inra

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX

I. N. R. A.
SERVICE DE DOCUMENTATION
17 JAN. 1985
BIBLIOTHEQUE CENTRALE DE PRET

BTT-59

BULLETIN TECHNIQUE
N°58 DECEMBRE 1984

trimestriel

ISSN 0395-7519

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N°58 DECEMBRE 1984

C.R.Z.V. de Theix - 63122 CEYRAT - Tel. (73) 92.42.63

Sommaire

Les recherches au laboratoire des maladies métaboliques
Y. RAYSSIGUIER 5

Influence des bousats et des pissats d'un troupeau de vaches laitières sur la production, la composition et la consommation de l'herbe
G. HYPOLITE, B. MORHAIN, B. VIGNON 11

Mise à l'herbe après sevrage des veaux laitiers nés en fin d'hiver
3. Pâturage du système « Ray-grass anglais - Dactyle » en rotation classique ou simplifiée
R. GIOVANNI 19

Distribution d'une buvée aux veaux d'élevage sevrés précocement
P.R. PARRASSIN, J.L. TROCCON 27

Conservation d'ensilages à base de trèfle violet et utilisation par des vaches laitières
J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU, J. BONY, J. ROUEL 31

Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin
1. Essai d'une préparation injectable administrée à des vaches laitières en fin de gestation et début de lactation
J. BARNOUIN, S. BAZIN 39

Influence du type génétique et du niveau de production laitière sur la qualité des carcasses et des viandes de vaches laitières réformées
J.J. COLLEAU, C. MALTERRE, C. TOURAILLE 45

Croissance différentielle des régions musculaires des bovins de la naissance à l'état adulte. Variations selon le génotype et le sexe
J. ROBELIN 53

Quelles spécifications pour les rations complètes des ruminants laitiers ?
D. SAUVANT, S. GIGER 59

Articles scientifiques parus en 1983 67

Articles techniques parus en 1983 71

BULLETIN TECHNIQUE C.R.Z.V. THEIX

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 1985 *

110,00 F T.T.C. (France)
150,00 F (Etranger)

REMARQUE IMPORTANTE :

Pour des raisons administratives, la gestion du Bulletin Technique est désormais assurée par le Service des Publications de l'INRA. De ce fait, vous voudrez bien adresser votre courrier relatif aux abonnements à l'adresse suivante :

SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'I.N.R.A.
Route de St-Cyr - 78000 VERSAILLES

NOM ou RAISON SOCIALE de l'organisme payeur :

Nombre d'abonnements demandés :

DESTINATAIRE (S)

Nom ou Raison Sociale .....
.....
Adresse**.....
.....
.....

. Fourniture éventuelle des collections des années antérieures
(4 numéros par an)

. **Paiement :** chèque bancaire ou postal établi à l'ordre de :
REGISSEUR DES PUBLICATIONS - CCP PARIS 9064-43 V

Date :

Nom (ou cachet) et signature du demandeur

* *A retourner à : SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'INRA - Route de St-Cyr*
78000 VERSAILLES

** Veuillez nous indiquer tout changement d'adresse survenu dans l'année

DESTINATAIRE (S)

Adresse**

Nom ou Raison Sociale

NOM ou RAISON SOCIALE de l'expéditeur (rayer)

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 5-10

Les recherches au laboratoire des maladies métaboliques

Y. RAYSSIGUIER

Laboratoire des Maladies métaboliques

Par maladies métaboliques on désigne l'ensemble des perturbations pathologiques des échanges au sein de l'organisme quelle que soit leur origine et quel que soit le métabolisme affecté. C'est dire la diversité possible de ces maladies dans un élevage moderne où la sélection et l'intensification n'ont pas toujours été conduites en liaison harmonieuse avec les nutritionnistes et les pathologistes.

Actuellement, le Laboratoire s'intéresse chez le ruminant, aux maladies métaboliques les plus préoccupantes et s'attache également à valoriser le potentiel dont il dispose dans le domaine plus général de la pathologie comparée.

I. Métabolisme minéral

1. Métabolisme phosphocalcique

Après la mise au point d'une prophylaxie efficace et bon marché de l'urolithiase ovine (prophylaxie basée sur l'addition de chlorure d'ammonium dans les concentrés destinés aux agneaux), les travaux actuels concernant le métabolisme phosphocalcique ont pour but principal la prophylaxie de l'hypocalcémie vitulaire (J.P. BARLET).

Après la démonstration du rôle de la calcitonine dans l'étiologie de ce syndrome, il a été également montré que les dérivés synthétiques de certains métabolites actifs de la vitamine D3 pourraient être utilisés facilement et efficacement à titre prophylactique. Ceci est vrai en particulier pour le 1 alpha-hydroxycholécalciférol, déjà employé en Israël, et qui devrait être commercialisé prochainement en France.

Néanmoins, le déterminisme de la décharge plus ou moins accentuée de calcitonine survenant chez la vache parturiente demeure inconnu. C'est la raison pour laquelle a été abordée l'étude de la régulation endocrinienne des transferts calciques placentaires (étude réalisable grâce à la mise au point de la cathétérisation chronique *in utero* des fœtus ovins ou bovins). Du travail réalisé, il ressort que ces transferts (unidirectionnels dans le sens mère-fœtus chez les ruminants domestiques) sont stimulés par les métabolites de la vitamine D3. Ils sont au contraire ralentis par la calcitonine maternelle lors des périodes de minéralisation fœtale intense. Ce travail sera poursuivi en observant l'influence éventuelle des hormones fœtales sur ces transferts.

2. Métabolisme du sodium et du potassium

La régulation endocrinienne du métabolisme du sodium et du potassium est inconnue chez les bovins. Celle-ci doit pourtant jouer un rôle important au cours du syndrome de diarrhée-déshydratation (associée à une fuite de sodium) survenant chez le jeune veau. C'est la raison pour laquelle l'étude de la régulation de la sécrétion d'aldostérone (hormone « d'épargne » du sodium) fait l'objet de la thèse de A. SAFWATE (Assistant associé au Laboratoire de Physiologie animale de l'Université de Clermont). Il a démontré que le veau, contrairement à l'agneau, se caractérise par une aldostéronémie très élevée au moment même de la mise-bas. Celle-là décroit ensuite très rapidement dans les 24 heures suivantes pour atteindre des taux très faibles (10-20 pg / ml) analogues à ceux mesurés chez les adultes. Chez le veau, comme chez les autres mammifères, le système rénine-angiotensine joue un rôle primordial dans la régulation de la sécrétion d'aldostérone. Le rein du veau nouveau-né répond efficacement à l'aldostérone exogène. Celle-ci ralentit la fuite urinaire de sodium et paraît également stimuler l'absorption intestinale de cet élément. Une fuite urinaire de sodium (induite expérimentalement par l'injection simultanée d'un diurétique et d'un bloqueur de la réabsorption tubulaire rénale de cet ion) élève considérablement l'aldostéronémie du très jeune veau. Ce travail, effectué sous la direction de J.P. BARLET, se poursuit par l'étude de l'influence de surcharges plasmatiques sodées et potassiques sur la sécrétion d'aldostérone.

3. Métabolisme du magnésium

La tétanie n'est que la manifestation la plus spectaculaire d'une diminution brutale du magnésium sanguin. Différents troubles pathologiques peuvent également apparaître chez l'homme et l'animal lors de déficit magnésique chronique, même modéré, et leur identification fait l'objet des recherches en cours (Y. RAYSSIGUIER, E. GUEUX).

La tétanie d'herbage est liée essentiellement à une mauvaise digestibilité du magnésium de la ration et à des troubles métaboliques, le tout aggravé par des besoins de production importants. Différents facteurs peuvent modifier l'absorption digestive du magnésium qui s'effectue essentiellement dans le rumen. Chez le rat, lors de présence de substrats fermentescibles dans les parties basses du tube digestif, l'absorption d'AGV stimule fortement celle de magnésium. Il en va de même dans le rumen puisque l'absorption d'AGV stimule également celle de magnésium. D'autres résultats permettent d'expliquer en partie les relations existant entre la tétanie et l'intensification fourragère (diminution de l'absorption lors de déséquilibre dans les rapports Na / K, azote / glucides solubles dans le liquide du rumen). Le déficit magnésique modifie la motricité du muscle lisse, et les perturbations des fonctions digestives, en diminuant l'absorption de cet élément, peuvent également aggraver l'hypomagnésémie. Les travaux de P. LARVOR avaient montré que la seule baisse de la digestibilité du magnésium n'était pas satisfaisante pour expliquer la maladie et qu'il existait vraisemblablement une modification des échanges de magnésium au sein de l'organisme.

La mise en évidence d'une baisse brutale de la magnésémie lors d'un stress adrénergique en est la démonstration. Dans ce cas, la lipolyse entraîne un transfert de magnésium extracellulaire dans la membrane de l'adipocyte. Les autres situations étudiées montrent également une diminution du magnésium plasmatique lors de forte lipomobilisation comme la mise à jeun, la sous-nutrition ou l'exposition au froid. La lipolyse ne s'accompagne pas toujours d'hypomagnésémie d'une amplitude suffisante pour déclencher une crise de tétanie, ce qui est logique dans le cas d'une ration alimentaire riche en magnésium et d'une absorption suffisante de cet élément. Le syndrome métabolique étudié résulte donc de la conjonction de différents facteurs diminuant l'absorption de magnésium et de pertes métaboliques, la vache laitière étant particulièrement exposée.

A partir des résultats obtenus, le Laboratoire a proposé des améliorations du traitement et de la prophylaxie de la tétanie d'herbage (licence ANVAR-INRA-Salins du Midi).

a) Métabolisme phosphocalcique

Le déficit magnésique s'accompagne de différents troubles du métabolisme phosphocalcique et en particulier d'hypocalcémie dont l'origine a été systématiquement étudiée (dosage de l'hormone parathyroïdienne, calcitonine, protéine liant le calcium, métabolites de la vitamine D). L'hypocalcémie s'explique essentiellement par une diminution de la mobilisation des réserves osseuses en calcium et donc par une réponse anormale à l'hormone parathyroïdienne et aux métabolites actifs de la vitamine D. Cette anomalie pourrait être liée à un effet de la carence sur la matrice protéique de l'os. Chez les vaches au pâturage, l'hypocalcémie magnésodépendante s'accompagne d'une diminution significative du taux d'hydroxyproline plasmatique, ce qui témoigne de la difficulté de la résorption du collagène osseux. La diminution de la mobilisation du calcium osseux lors de déficit magnésique est un phénomène général qui peut par exemple expliquer la fréquence de la fièvre vitulaire chez les vaches recevant une ration suffisante en magnésium avant le vêlage.

b) Métabolisme du collagène

L'utilisation de différents modèles expérimentaux chez le rat a permis de mettre en évidence une inhibition de la résorption de collagène lors de déficit magnésique. Après la mise-bas il se produit, dans les conditions normales, une dégradation extrêmement rapide du collagène synthétisé dans l'utérus pendant la gestation, ce processus étant ralenti chez l'animal carencé. La résorption d'un granulome expérimental à la carrhagénine est plus lente en cas de déficit magnésique. L'accumulation du collagène dans le foie quelle qu'en soit l'origine, c'est-à-dire l'évolution vers la cirrhose, est accrue par un régime carencé en magnésium comme le montrent les résultats obtenus lors d'intoxication au tétrachlorure de carbone ou d'administration prolongée d'alcool éthylique. L'effet du déficit magnésique sur le métabolisme du collagène n'a pas été étudié chez le ruminant. Cependant, la diminution importante du taux d'hydroxyproline plasmatique chez la vache au cours de l'hypomagnésémie traduit également une difficulté particulière de la résorption du collagène.

c) Métabolisme des lipides

Le Laboratoire a décrit une anomalie importante des lipoprotéines au cours de la carence magnésique expérimentale chez l'animal de laboratoire et, compte-tenu des données cliniques et expérimentales existantes chez l'Homme, a suggéré que le déficit en cet élément pourrait être un facteur de risque en pathologie cardiovasculaire.

Le déficit expérimental de courte durée entraîne une élévation des triglycérides sanguins, une augmentation du cholestérol libre et une diminution du cholestérol estérifié. L'hypertriglycéridémie est liée à un taux élevé de lipoprotéines de faible densité (LDL) et de très faible densité (VLDL). Chez les carencés, le taux de cholestérol est plus élevé dans les VLDL et les LDL et plus bas dans les lipoprotéines à haute densité (HDL). Les résultats obtenus à l'aide de Triton et d'Intralipide indiquent que la diminution de la clairance des lipides circulants est le mécanisme majeur à l'origine de l'hyperlipémie. Une modification de l'activité de la lipoprotéine lipase peut être envisagée ; en effet, la réponse insulinique à une charge glucosée et l'activité lipolytique post-héparine diminuent. Enfin, l'effondrement de l'activité de la lécithine-cholestérol acyltransférase est susceptible d'expliquer la diminution de l'estérification du cholestérol et peut contribuer également à l'hyperlipémie.

Ces mêmes animaux montrent une anomalie de la fonction plaquettaire avec hyperagrégation à la thrombine qui pourrait être liée à une modification de la composition en acides gras membranaires. Le déficit magnésique pourrait modifier l'activité des désaturases comme le montrent, au niveau sanguin, l'augmentation de l'acide linoléique et la diminution de l'acide arachidonique. Les différentes anomalies que nous avons observées sont classiquement associées, chez l'Homme, à l'augmentation du risque cardiovasculaire. Si l'on ajoute à ces observations

les données obtenues par d'autres laboratoires dans des conditions expérimentales voisines montrant à la fois des calcifications et des spasmes vasculaires, le modèle étudié parait d'un grand intérêt dans l'étude des différents facteurs de l'athérosclérose.

D'un point de vue fondamental, un grand nombre de perturbations décrites au cours du déficit magnésique pourraient s'expliquer par des modifications dans les propriétés membranaires. Cette hypothèse de travail, développée par F. HEATON (Université de Lancaster) présent pendant un an au Laboratoire, devrait être reprise dans le cadre de la thèse de S. TONGYAI. Les premiers résultats montrent une anomalie de la fluidité membranaire.

II. Métabolisme intermédiaire et physiopathologie hépatique

1. Contrôle du métabolisme hépatique : aspects fondamentaux

Les recherches de C. REMESY, C. DEMIGNE et P. FAFOURNOUX ont pour objet l'étude des fonctions de synthèse de glucose (néoglucogenèse) à partir de substrats non glucidiques (propionate, lactate, acides aminés). Les travaux concernent également le métabolisme des AGV et la cétogenèse qui constitue une voie particulière d'utilisation des acides gras dans diverses circonstances de déficit énergétique ou / et en composés glucoformateurs.

Chez le rat, les interrelations entre l'utilisation hépatique du lactate et celle des acides aminés ont été étudiées : il est apparu qu'une disponibilité élevée de ces derniers pouvait pratiquement abolir l'utilisation hépatique du lactate. Parallèlement, nous avons abordé la régulation du métabolisme des divers acides aminés glucoformateurs (alanine, sérine, glycine, thréonine) et montré une grande susceptibilité aux conditions nutritionnelles, en particulier au taux protéique de la ration. Dans le cas de l'alanine (principal acide aminé glucoformateur) le rôle des systèmes de transport au niveau de la membrane cellulaire (ces systèmes sont extrêmement adaptables) a été précisé par rapport aux adaptations du métabolisme cellulaire proprement dit. Récemment, il est apparu que le transport intense d'alanine induisait des modifications spectaculaires des échanges minéraux (sodium et potassium en particulier) au niveau du foie. Parallèlement, les variations de flux hépatique de la glutamine observées *in vivo* ont pu être expliquées en partie par la coexistence de deux systèmes membranaires : l'un faisant pénétrer la glutamine et pouvant la concentrer dans le foie, l'autre assurant un efflux dès lors que les concentrations hépatiques deviennent très élevées.

A côté des acides aminés pour lesquels l'existence de systèmes de transport est désormais admise, il s'avère que la captation de certains acides organiques tels que le lactate et le propionate impliquerait des transporteurs spécifiques. Il a été montré qu'une très large part du lactate capté par le foie emprunterait la voie du transporteur dans les conditions physiologiques, et que ce transporteur serait très sensible aux variations du pH sanguin.

Le Laboratoire développe actuellement la technique d'hépatocytes isolés de ruminant. Cette technique est devenue possible grâce à la mise au point de conditions spéciales de perfusion d'un morceau de lobe hépatique (au lieu du foie entier chez les petits animaux) et d'une technique de purification sur gradient des hépatocytes viables. Ce modèle expérimental, même s'il ne reflète pas exactement les conditions *in vivo,* constitue néanmoins un moyen d'investigation remarquable. Il deviendra possible d'étudier de façon très détaillée les modes d'action des divers composés glucoformateurs au niveau cellulaire, l'influence des hormones voire le rôle des systèmes de transport membranaire.

L'étude du contrôle de la sécrétion des triglycérides serait également une application très importante puisqu'elle permettrait de tester de façon beaucoup plus fine qu'auparavant les facteurs dits lipotropes dont l'utilisation actuelle est relativement empirique.

2. Lipoprotéines et stéatoses

Les premières semaines après le vêlage constituent une période critique chez la vache laitière haute productrice. Le déficit énergétique peut être à l'origine d'une lipomobilisation intense et de troubles métaboliques variés, en particulier au niveau du foie. Compte-tenu de l'expérience acquise chez d'autres espèces animales dans le domaine des lipoprotéines, il était donc intéressant de mettre en relation des critères plasmatiques et hépatiques permettant de préciser l'évolution du métabolisme lipidique pendant cette phase décisive que constitue le début de la lactation.

Le laboratoire utilise la technique des biopsies hépatiques pour des études biochimiques et histologiques du foie d'animaux à haut potentiel laitier en début de lactation. Ces recherches (Y. RAYSSIGUIER, E. GUEUX et A. MAZUR) sont complétées par l'étude du transport des lipides dans l'organisme par les lipoprotéines. Les premiers résultats ont permis d'apprécier l'influence de l'état corporel au vêlage et le niveau d'alimentation sur l'apparition de surcharge graisseuse du foie, et de mettre en évidence une anomalie importante de la répartition des phospholipides et du cholestérol dans les diverses lipoprotéines chez des vaches stéatosiques. Un test de précipitation sélective des diverses lipoprotéines est actuellement à l'étude et pourrait se substituer, dans le futur, aux techniques extrêmement longues et onéreuses d'ultracentrifugation ; ce test aurait donc un intérêt pratique évident dans le diagnostic des animaux à risque.

Il existe, d'autre part, des relations entre le métabolisme minéral et lipidique (hypocalcémie, hypomagnésémie) lors de lipolyse ou de cétose et l'on connaît d'autre part, le rôle important du calcium et du magnésium dans l'insulino-sécrétion. Des études en cours visent à améliorer le traitement de ces affections métaboliques par l'apport de calcium et de magnésium.

3. Traitements : utilisation des substances anticétogènes et lipotropes

Les travaux de C. REMESY et C. DEMIGNE visent à mieux comprendre l'utilisation des substrats glucoformateurs. Ce point est important en pathologie (cétoses) mais aussi d'un simple point de vue nutritionnel.

Chez le ruminant cétosique, le propionate peut être administré par voie intraruminale, de même que le monopropylène glycol (MPG) dont une partie est transformée en propionate. Le pro-

pionate exerce des effets hyperglycémiants et anticétogènes puissants mais brefs, et il a l'inconvénient d'élever fortement le lactate sanguin. Par contre, le MPG présente une action moins intense mais beaucoup plus durable et l'élévation du lactate est moins marquée. Il est apparu que ces composés pouvaient être administrés par voie veineuse en quantités notables sans effets secondaires excessifs. Ce point pourrait être intéressant chez les animaux fortement cétosiques. Par ailleurs, il s'avère intéressant d'associer l'acétate au glucose ou aux composés glucoformateurs administrés par voie veineuse. L'acétate semble potentialiser des effets du glucose sur la restauration du potassium et du phosphate cellulaire. D'autre part, l'acétate atténue les hyperlactatémies consécutives à l'administration de propionate. Actuellement, des compositions apportant les principaux substrats glucoformateurs et certains minéraux (magnésium en particulier) sous forme concentrée, sont à l'étude sur le terrain.

III . Physiopathologie digestive

1. Traitement des diarrhées néonatales

Les diarrhées constituent un problème pathologique majeur, non seulement chez le veau mais aussi chez le porcelet et le chevreau. Il faut souligner que ces diarrhées ne sont pas propres aux animaux d'élevage mais sont aussi l'un des principaux facteurs responsables de la forte mortalité infantile dans les pays du Tiers-Monde.

Lorsque la diarrhée est déclarée et que les pertes hydriques et minérales sont importantes, la réhydratation constitue l'un des traitements les plus efficaces. C. REMESY et C. DEMIGNE se sont attachés à améliorer les formules de traitement par voie orale. Les formules préexistantes étaient dérivées de celles préconisées par l'O.M.S.* en pédiatrie et étaient mal adaptées aux veaux diarrhéiques. L'une des principales améliorations consiste dans l'utilisation d'acétate (ou propionate) de sodium. Il a été établi, au Laboratoire, que ces composés étaient capables de stimuler très efficacement l'absorption d'eau et de sodium, ce qui est fondamental pour l'efficacité d'un réhydratant. Ces composés sont d'autant plus intéressants qu'ils sont absorbables à tous les niveaux du tube digestif, à la différence du glucose par exemple, dont l'absorption a lieu essentiellement dans la partie supérieure de l'intestin grêle. Après absorption, l'acétate est utilisé par de nombreux tissus où il fournit de l'énergie et, indirectement, du bicarbonate susceptible de lutter contre l'acidose sanguine. Les formules ont été également rééquilibrées en ce qui concerne l'apport des divers minéraux (potassium et magnésium en particulier). Ce travail a fait l'objet d'une prise de brevet et les produits (réhydratants par voie orale et par voie veineuse) sont diffusés par une firme vétérinaire.

Les formules réhydratantes synthétiques, même si elles étaient très efficaces, avaient l'inconvénient de n'apporter que très peu d'énergie, ce qui était un problème en cas d'utilisation prolongée. En fait, il était difficilement envisageable d'élever la valeur énergétique d'un réhydratant en augmentant l'apport de glucose, en raison des risques liés aux solutés hyperosmotiques. Toutefois, il s'est avéré que, dans nombre de cas de diarrhées, le veau restait capable de digérer des quantités modérées de lactose (contrairement à ce qui était alors admis). Dès lors, il était possible de concevoir des réhydratants plus énergétiques comportant du lactose ou du lactosérum. L'utilisation de lactosérum correctement complémenté (en particulier par adjonction d'acétate et de propionate de sodium) a permis de proposer de nouvelles formules très efficaces et beaucoup plus énergétiques que les réhydratants de la génération précédente. Ce type de formule a aussi fait l'objet d'un dépôt de brevet (brevet français et européen). Ces travaux ont reçu le soutien de l'ANVAR. Les nouvelles formules seront commercialisées dans quelques mois en France et à l'étranger. Par ailleurs, ces travaux débouchent aussi sur la mise au point de buvées d'adaptation, au sens large, destinées aux jeunes animaux en cours d'allotement ou de transport.

Un dernier volet de cette activité concerne des retombées dans le domaine de la pédiatrie. Les formules réhydratantes orales sont utilisées (et le seront de plus en plus) à très grande échelle dans les pays du Tiers-Monde. Les formules actuelles de l'O.M.S. comportent, outre le glucose et divers minéraux, des quantités importantes de bicarbonate de sodium. Nos travaux suggèrent qu'il serait avantageux de remplacer le bicarbonate de sodium par l'acétate de sodium pour les raisons citées précédemment. Actuellement, des contacts ont lieu avec des pédiatres et les premiers essais cliniques sont en cours.

2. Le rôle des fibres alimentaires

On désigne comme «fibres» une grande variété de composés glucidiques : cellulose, polysaccharides non cellulosiques (hémicelluloses, pectines, gommes, etc.). On peut aussi rattacher à ce groupe d'autres glucides peu dégradés dans l'intestin grêle tels que les α - galactosides et certains amidons (amidon cru de pomme de terre).

En nutrition humaine, l'ingestion de fibres a de très nombreux effets du point de vue du transit digestif mais aussi sur le métabolisme (meilleure tolérance au glucose chez les diabétiques, abaissement du cholestérol circulant, etc.) et un très grand nombre de travaux sont actuellement effectués sur ce sujet.

L'hypothèse de travail de C. REMESY et C. DEMIGNE est qu'une large part de la composante métabolique de l'effet «fibre» s'explique par la production puis la métabolisation des acides gras volatils (AGV). A l'aide d'un modèle constitué d'un régime extrêmement riche en fibres chez le rat, nous étudions les conséquences d'un apport très élevé en AGV sur le métabolisme hépatique mais aussi sur le fonctionnement du caecum et du côlon (absorption, débit sanguin, structure histologique...). Par ailleurs, il s'avère que les régimes riches en fibres augmentent l'absorption de certains minéraux (potassium, magnésium et calcium) dans le gros intestin. De ce fait, l'effet défavorable sur la digestibilité des minéraux attribué à certaines fibres est remis en cause, les fibres semblant plutôt déplacer, dans le sens aboral, le site d'absorption principal. L'ensemble de ces travaux fait l'objet de collaboration avec la recherche médicale dans le cadre d'une action concertée avec l'INSERM.

* O.M.S. : Organisation Mondiale de la Santé

IV. Endocrinologie périnatale

1. Surrénales

Les glucocorticoïdes (stéroïdes sécrétés par le cortex surrénalien) participent activement à la maturation du poumon fœtal et de divers enzymes digestifs. Ils interviennent donc dans la « résistance » du nouveau-né des espèces domestiques. C'est la raison pour laquelle Elisabeth RICHET (Boursière DGRST), sous la direction de J.P. BARLET, a étudié la sécrétion de ces hormones chez le veau Pie Noir. Elle a montré que chez celui-ci, cortisol, cortisone et corticostérone sont présents dès la naissance, mais le premier est le glucocorticoïde dominant dans l'espèce bovine. Pendant la première semaine postnatale, les veaux nés prématurément (au moins dix jours avant terme), spontanément ou expérimentalement (césarienne) ont une activité du cortex surrénalien (évaluée par injection de corticostimuline, ACTH) et des cellules corticotropes hypophysaires (activité mesurée par l'élévation de la concentration d'ACTH consécutive à une hypoglycémie induite par l'insuline) inférieure à celle des témoins de même âge nés spontanément à terme. Ces différences disparaissent au cours des deuxième et troisième semaines postnatales. Elles permettent néanmoins d'expliquer, au moins partiellement, la moins bonne résistance des prématurés aux diverses agressions (infections) pouvant survenir dans les jours suivant la naissance. Par contre, l'hypoglycémie induite par l'insuline (de l'ordre de 0,5 g/l dans cette expérimentation) ne semble pas avoir affecté la médullosurrénale des animaux nés à terme ou avant : l'adrénalinémie de ces veaux hypoglycémiques n'a pas varié de façon significative.

2. Hypophyse

L'étude du fonctionnement de l'axe hypophysosurrénalien du veau nouveau-né a nécessité la mise au point du dosage radioimmunologique de l'ACTH bovine (réalisé en collaboration avec Ph. DURAND, INRA Nouzilly).

Il serait également très intéressant d'étudier le déterminisme de la sécrétion de l'hormone de croissance au cours de la période périnatale chez les ruminants. C'est la raison pour laquelle Marie-Jeanne DAVICCO, sous la direction de J.P. BARLET, met actuellement ce dosage au point (avec F. BOCQUIER, Laboratoire de Production ovine, et B. GAUTHIER, Laboratoire de la Production de Viande).

3. Thyroïde

Les recherches de G. CABELLO et Ch. WRUTNIAK mettent en évidence l'importance de la fonction thyroïdienne périnatale chez le ruminant nouveau-né. Les hormones thyroïdiennes influencent de manière importante l'adaptation progressive du fœtus à la vie extra-utérine ; des anomalies dans la mise en place et le développement de la fonction thyroïdienne fœtale pourraient donc favoriser l'apparition de pathologie néonatale.

a) Physiologie fœtale et néonatale

L'évolution périnatale des taux sanguins d'iodothyronines totales et libres a été observée entre le 100ème jour de gestation et le 1er mois de vie extra-utérine chez l'agneau. L'axe hypothalamo-hypophyso-thyroïdien subit une influence inhibitrice après le 132ème jour de gestation. Malgré un taux plasmatique de T_3 totale faible, les concentrations de T_3 libre sont relativement élevées chez le fœtus en fin de gestation. A la naissance, l'élévation importante du taux plasmatique de T_3, qui conditionne en partie la survie des animaux, semble liée à une élévation de la concentration de son précurseur, la T_4 libre.

b) Relations fonction thyroïdienne-pathologie néonatale

Il a été mis en évidence une association entre pathologie néonatale et troubles thyroïdiens, à la naissance chez le veau. Les animaux qui meurent au cours du premier mois ont des taux plasmatiques faibles de T_4 à la naissance. Les veaux qui présentent des diarrhées non mortelles ont des taux élevés de T_4 totale, T_4 libre et T_3 à la naissance.

Il a été montré également des anomalies thyroïdiennes chez des populations d'agneaux à forte mortalité néonatale :

- les agneaux hypotrophiques ont des concentrations plasmatiques faibles de T_3 et T_4 pendant le premier mois de vie. L'origine de ce déficit, démontrée chez le rat, semble être la réduction des échanges mère-fœtus qui survient dans les cas de gestation de portées multiples ;

- les agneaux prématurés sont caractérisés par un déficit en T_3 et un excès en T_3 inverse inactive (donc problème d'utilisation périphérique de la T_4) ;

- les veaux hypotrophiques et prématurés ont les mêmes caractéristiques thyroïdiennes que les agneaux correspondants.

c) Importance physiologique de la fonction thyroïdienne périnatale

- Thermorégulation

Lors d'une exposition à + 4°C, les agneaux nouveau-nés, dont les taux plasmatiques de T_4 n'augmentent pas, meurent en hypothermie. Il existe, de plus, des corrélations positives entre les taux plasmatiques de T_4 ou de T_3 et la température rectale à la fin du test. La mise en évidence d'un effet permissif s'exerçant sans temps de latence des hormones thyroïdiennes sur l'activité lipolytique des catécholamines explique, au moins en partie, ces observations.

- Pathologie intestinale

La fixation intestinale des *E. coli* entérotoxinogènes ou septicémiques (et donc leur pouvoir pathogène) est réduite par les hormones thyroïdiennes administrées *in utero*.

- Absorption intestinale des immunoglobulines

L'absorption intestinale des immunoglobulines à la naissance est influencée par la fonction thyroïdienne fœtale. Un excès en hormones thyroïdiennes réduit la durée de la période d'absorption intestinale des immunoglobulines et donc la qualité de l'immunité conférée par l'ingestion du colostrum.

d) Mise en évidence de facteurs susceptibles de modifier la fonction thyroïdienne périnatale

En plus du poids de naissance et de la longueur de la gestation, il a été montré qu'une restriction alimentaire néonatale réduisait les taux sanguins de T_3 et T_4 chez l'agneau nouveau-né. De plus, les agneaux nés de mères ayant présenté des cétoses graves en fin de gestation ont des concentrations plasmatiques excessives de T_3 et de T_4 à la naissance

En conclusion, ces travaux ont montré toute l'importance de variations relativement modérées de la qualité de la fonction thyroïdienne périnatale pour la survie du ruminant nouveau-né. Les diverses causes affectant le fonctionnement thyroïdien restent à inventorier. En bonne place des perspectives de travail, figure l'approfondissement de l'action des hormones thyroïdiennes sur la lipolyse induite par les catécholamines, en utilisant en particulier les cultures d'adipocytes. De plus, l'ensemble des interrelations métabolisme lipidique $\rightleftharpoons$ fonction thyroïdienne, devra être étudié.

Le progrès dans la compréhension des troubles métaboliques chez diverses espèces animales fait appel au développement des connaissances fondamentales. Les thèmes de recherches, au cours de ces dernières années, se sont nettement diversifiés dans plusieurs secteurs du métabolisme minéral, du métabolisme intermédiaire et de l'endocrinologie. Leur développement sera fonction des moyens mis à la disposition du Laboratoire.

Références bibliographiques

La liste des publications pourra être envoyée aux lecteurs du Bulletin qui en feront la demande.

PERSONNEL DU LABORATOIRE DES MALADIES METABOLIQUES

Scientifiques et Ingénieurs :	Y. RAYSSIGUIER
	J.P. BARLET
	G. CABELLO
	Marie Jeanne DAVICCO
	C. DEMIGNE
	C. REMESY
	Elyett GUEUX (Universitaire)
	A. MAZUR (bourse)
	Chantal WRUTNIAK (Détachée)
	P. FAFOURNOUX (Détaché)
Techniciens :	R. BARDOUX
	Annie BELLANGER
	Annie BERAUD
	R. BERGEAULT
	Catherine BESSON
	P. CHAGNAUD
	R. DABERT
	Christiane FOUCHER
	P. LAMBY
	Françoise OVERWATER
	R. ROUX
	Yvette SUDRE
Secrétariat :	Irène FIRMIN
	Françoise THOMAS
Documentaliste :	Magdeleine MICHEL

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 11-17

Influence des bousats et des pissats d'un troupeau de vaches laitières sur la production, la composition et la consommation de l'herbe

G. HYPOLITE, B. MORHAIN, B. VIGNON

ENSAIA, Laboratoire de Zootechnie
38, rue Sainte-Catherine 54000 Nancy

Une vache rejette en moyenne annuellement dans ses déjections 83 kg d'N, 11 kg de P et 86 kg de K (FRISON, 1967). Les déjections ont localement un effet favorable sur la croissance de l'herbe par apport d'éléments fertilisants mais elles en modifient l'appétibilité, ce qui peut nuire à une bonne exploitation du pâturage.

LANCON (1978) a réalisé une revue bibliographique sur les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets. Les résultats proviennent presque exclusivement d'auteurs anglo-saxons. Nous en résumons ici les principaux points ayant trait à notre sujet :

- les pissats ont une durée d'action variant entre 150 et 300 jours ; celle des bousats peut excéder 1 an et demi ;

- les déjections (notamment les pissats) favorisent le développement des graminées aux dépens de celui des légumineuses ;

- l'influence sur le rendement est controversée. Pour certains auteurs, les déjections ont un effet dépressif sur la production, pour d'autres l'effet est positif. Les effets respectifs des bousats et des pissats sont souvent opposés ;

- les refus sont dus à la présence physique de la bouse et surtout à l'odeur qu'elle dégage ;

- l'importance et la durée des refus est variable selon les auteurs. Certains estiment que 15 à 35 p.100 de la parcelle sont occupés en moyenne par les refus, d'autres que 50 p.100 de la surface sont concernés au cours de la saison ;

- la souillure de la pâture par les déjections n'entraînerait pas, tout au long de la saison de pâturage, de différences significatives de quantité de lait produite à l'unité de surface sauf en cas de pâturage très intensif (herbe disponible : 11,4 kg de MS / vache / jour). La moindre consommation de matière sèche observée serait compensée par une meilleure valeur alimentaire de l'herbe ingérée.

Pour préciser ces données et les situer dans des conditions climatiques différentes de celles des pays anglo-saxons, nous avons étudié, deux années consécutives, l'influence des bousats et des pissats sur la production, la composition et la consommation de l'herbe tout au long de la saison de pâturage.

Conditions expérimentales

Les mesures ont été réalisées en 1982 et 1983 (années A1 et A2) sur une parcelle de 81 ares de prairie temporaire, ensemencée en ray-grass anglais « Hora » et trèfle blanc Ladino « Regal ». Chaque année, cette parcelle est pâturée 5 fois par un troupeau moyen de 37 vaches laitières françaises Frisonnes (tabl. 1).

TABLEAU 1

Date et durée des pâturages

Numéro de pâturage	Année 1982		Année 1983	
	Date	Durée (j)	Date	Durée (j)
P_1	6- 7/5	2,0	31- 4/6	4,5
P_2	4- 5/6	1,5	28- 1/7	3,0
P_3	8-10/7	2,5	28-31/7	3,0
P_4	22-25/8	3,0	17-19/9	3,0*
P_5	26-30/9	5,0*	16-18/10	3,0*
Total		11,5		13,5
Chargement (VL/ha)	2,32		2,73	

* avec maïs la nuit

Cette parcelle a reçu une fertilisation phospho-potassique de 90 unités en A1 et A2 et une fertilisation azotée de 109 unités en A1 (les 1/4 et 3/6) et de 41 unités en A2 (le 10/3).

L'herbe disponible sur la parcelle est estimée de 2 façons :

- prélèvement à l'aide d'une motofaucheuse (largeur de coupe : 1,1m, hauteur de coupe : 5 à 7cm) de 8 zones de 3,3m², avant et après passage des animaux ;

- prélèvement à l'aide d'une minitondeuse (largeur de coupe : 10 cm ; hauteur de coupe : 3 cm) de 2 zones de 1,0 m² (longueur : 10 m, largeur : 10 cm) avant passage des animaux et de 2 zones de 2,0 m² (longueur : 20 m, largeur : 10 cm) après passage des animaux.

L'estimation de la pousse de l'herbe durant le séjour des animaux est réalisée dans 4 placettes de 3,3 m² auxquelles les animaux n'ont pas accès. Ces placettes sont différentes à chaque pâturage.

L'influence des bouses sur la production, la composition et la consommation de l'herbe est étudiée, d'une part au cours des 2 premières exploitations, pour les bouses déposées lors du dernier pâturage de l'année précédente (anciennes bouses) et d'autre part tout au long de la saison de pâturage pour les bouses des premier (bouses P1) et second (bouses P2) pâturages.

L'influence des pissats déposés lors du premier et du second pâturage est étudiée aux 2 passages suivant leur dépôt en 1982 et aux 3 passages suivant leur dépôt en 1983.

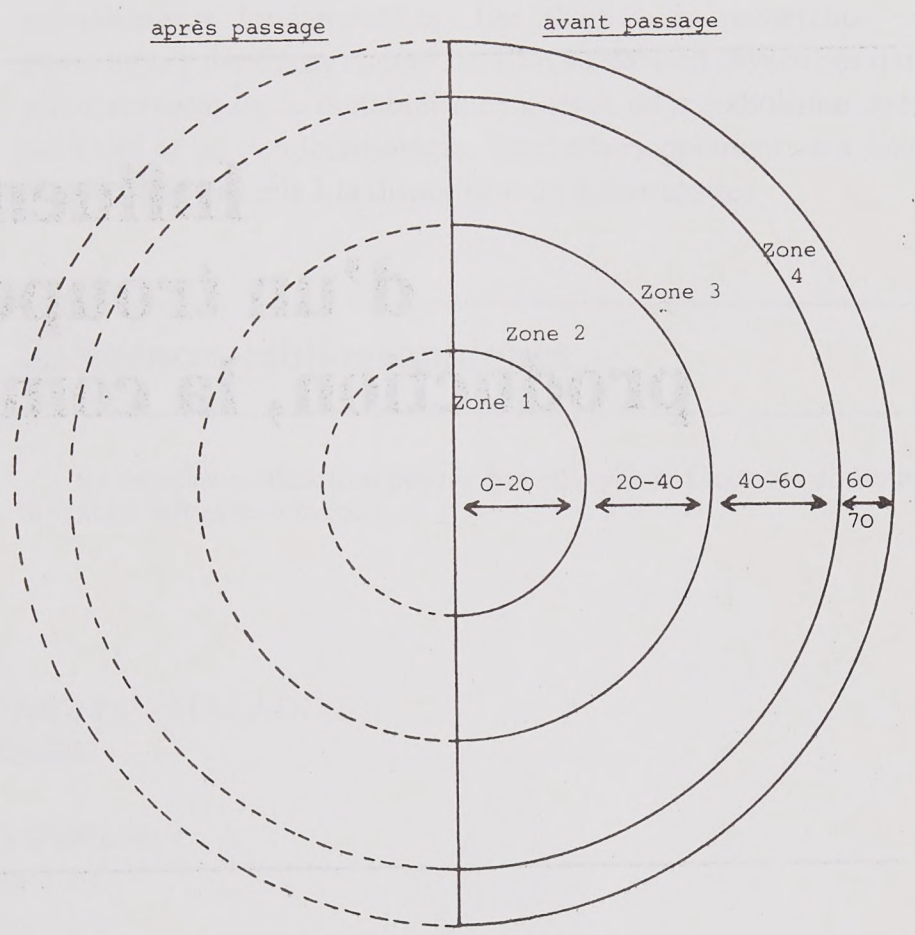
Pour chaque catégorie d'impact, 12 séries de prélèvements ont été réalisées sauf lorsque certains impacts ont interféré entre eux (bouses ou pissats déposés lors des pâturages ultérieurs à proximité de ceux devant être étudiés) (tabl. 2).

TABLEAU 2

Nombre d'impacts étudiés

	Année 1982 (A_1)					Année 1983 (A_2)				
Numéro pâturage / impact étudié	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
anciennes bouses	12	12				11	4			
bouses P_1		12	12	12	3		12	12	12	8
bouses P_2			12	12	12			12	12	8
pissats P_1		12	12				8	6	11	
pissats P_2			12	12				12	12	3

Afin d'apprécier la zone influencée par une déjection, chaque série de prélèvements est réalisée de la façon suivante : prélèvements à la minitondeuse, au ras du sol, avant passage des animaux de quatre demi-anneaux concentriques jusqu'à 70cm du centre de la bouse ou du pissat et d'une zone témoin de 0,21m² (0,60 × 0,35 m) située à une distance de 1,7 m du centre de la déjection. Après passage des animaux, les mêmes mesures sont réalisées sur la seconde moitié non prélevée avant passage des animaux (schéma ci-dessous).



SCHEMA : *Forme des prélèvements*

Les résultats sont exprimés en poids de matière organique (par unité de surface) pour éliminer la terre due au salissement de l'herbe au cours des pâturages.

L'influence des déjections sur la composition chimique de l'herbe est déterminée par analyse des échantillons regroupés par zone étudiée pour chaque série de prélèvements. Les analyses réalisées sont : cendres, cellulose brute, matières azotées totales et azote soluble.

Au niveau de la parcelle, la surface affectée par les déjections est mesurée sur 6 zones de 14 m² (14 × 1 m) réparties au hasard dans la parcelle. Sur ces zones, nous avons cartographié les impacts directs et indirects (refus) des déjections avant et après passage des animaux.

Les conditions climatiques ont été très différentes au cours des 2 années de mesure :

l'année A1 est caractérisée par un déficit hydrique en avril et mai et des précipitations plus importantes que la moyenne en juin et juillet ; l'année A2 est caractérisée par des pluies très importantes en avril et mai et un déficit hydrique très marqué en juin, juillet et août.

Résultats (tabl. 3).

1. Influence des anciennes bouses

Les bouses déposées à l'automne précédent la saison de pâturage agissent dans un rayon de 40 cm.

TABLEAU 3

Quantités disponibles et refusées sur les lieux d'impact des déjections
(g de MO / m²)

		ANNEE 1982								ANNEE 1983							
		Disponible				refusé				Disponible				Refusé			
		T	0-70	0-40	40-70	T	0-70	0-40	40-70	T	0-70	0-40	40-70	T	0-70	0-40	40-70
anciennes bouses	I	314	313	343	298	206	246	269	235	314	307	387	268	206	250	362	197
	II	216	238	263	226	170	150	198	127	352	341	317	353	175	134	165	119
	Total	530	551	606	524	376	396	467	362	666	648	704	621	381	384	527	316
	%		+4%	+14%	-1%		+5%	+24%	-4%		-3%	+6%	-7%		0%	+38%	-17%
bouses P_1	II	216	181	202	171	170	184	199	176	400	330	312	338	279	224	258	208
	III	274	280	303	268	159	227	308	188	312	330	388	301	166	172	242	138
	IV	335	320	421	272	135	160	231	127	197	216	233	207	190	187	226	168
	V	203	277	297	267	155	176	257	137	272	311	405	265	166	114	131	105
	Total	1028	1058	1223	978	619	747	995	628	1181	1187	1338	1111	801	697	857	619
	%		+3%	+19%	-5%		+21%	+61%	+1%		0%	+13%	-6%		-13%	+7%	-23%
bouses P_2	III	274	271	322	247	159	147	180	132	312	314	254	343	166	206	198	210
	IV	335	381	495	342	135	202	272	169	197	166	155	171	190	149	176	136
	V	203	271	369	223	155	205	252	182	272	323	403	284	166	121	177	94
	Total	812	923	1186	812	449	554	704	483	781	803	812	798	522	476	551	440
	%		+14%	+46%	0%		+23%	+57%	+7%		+3%	+4%	+2%		-9%	+6%	-16%
pissats P_1	II	216	258	321	228	170	157	171	150	400	334	392	306	279	212	232	202
	III	274	267	316	243	159	183	214	167	312	293	265	306	166	183	186	181
	IV									197	188	160	201	190	156	152	158
	Total	490	527	637	471	353	340	385	317	909	815	817	813	635	551	570	541
	%		+8%	+30%	-4%		-4%	+9%	-10%		-10%	-10%	-10%		-13%	-10%	-14%
pissats P_2	III	274	293	351	265	159	175	175	175	312	263	280	255	166	132	119	138
	IV	335	294	330	277	135	165	174	162	197	182	170	188	190	141	122	150
	V									272	331	314	339	166	131	132	131
	Total	609	587	681	542	294	340	349	335	781	776	764	782	522	404	373	419
	%		-4%	+12%	-11%		+16%	+19%	+15%		-1%	-2%	0%		-23%	-29%	-20%

Au premier pâturage (P1), elles permettent de disposer sur leurs lieux d'impact, d'un supplément d'herbe de 290 kg de MO / ha en A1 et de 730 kg en A2. Les refus supplémentaires sont importants : + 630 kg en A1 et + 1560 kg en A2.

La pousse entre P1 et P2 (disponible au 2ème pâturage - refus au 1er pâturage) est respectivement de 100 et 1460 kg / ha en A1 et A2 (temps froid et sec en A1).

Durant le même temps, l'herbe disponible sur les lieux d'impact des bouses diminue de 60 kg / ha en A1 et de 450 kg en A2. Ceci nous amène à supposer une dégénérescence plus importante de l'herbe refusée en P1 non compensée par une pousse importante.

Après P2, les refus sont encore un peu plus élevés à l'emplacement des bouses A1, mais ils ne sont pas différents en A2. La consommation sur les lieux d'impact des anciennes bouses au cours des 2 premiers pâturages est plus faible de 150 kg en A1 (-10 p.100) et de 1080 kg en A2 (-38 p.100).

En A1, les anciennes bouses ne modifient pas la composition chimique de l'herbe. En A2 la teneur en MAT de l'herbe est inférieure de 1,8 point au premier pâturage (-17 p.100) et inférieure de 0,4 point (- 4 p.100) au second pâturage.

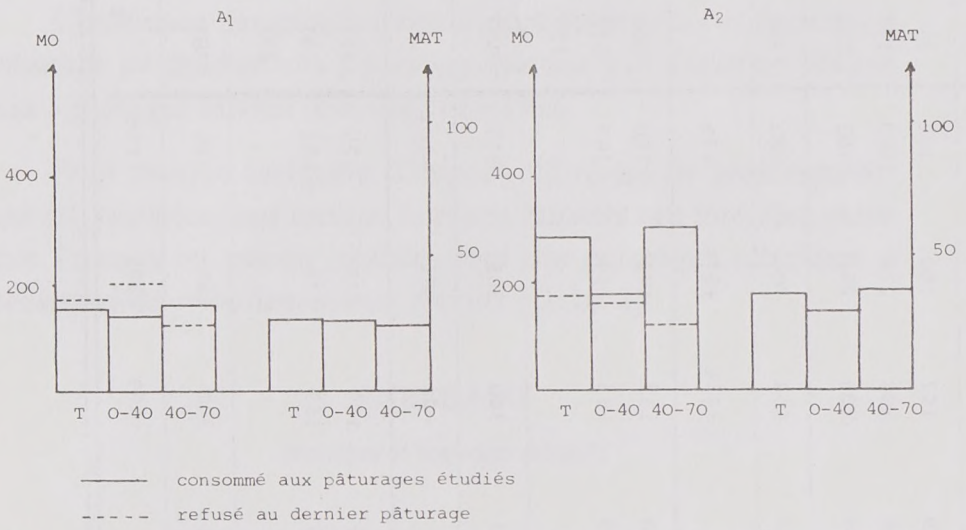


FIG. 1 : *Consommé et refusé sur les lieux d'impact des anciennes bouses (g / m²)*

2. Influence des bouses du premier pâturage (P1)

Pour l'ensemble de la saison de pâturage, la quantité d'herbe disponible sur les lieux d'impact est la même que sur le reste de la parcelle (quantité supérieure de 19 p.100 en A1 et de 13 p.100 en A2 sur un rayon de 40 cm ; quantité inférieure de 5 p.100 en A1 et de 6 p.100 en A2 de 40 à 70 cm).

Toutefois, d'un cycle à l'autre, les effets sont différents. Les deux années, la quantité d'herbe disponible est inférieure mais l'évolution des refus est différente. En A1, les refus (70 cm) sont totaux en P2. Ils s'annulent progressivement dans la zone 40-70 cm au cours des pâturages ultérieurs. Après le dernier pâturage, les refus existent encore dans un rayon de 40 cm (+ 1000 kg / ha). En A2, les refus n'existent que dans un rayon de 40 cm à P2 et P3 puis ils régressent à P4 et enfin au dernier pâturage (16 au 18 octobre) les zones de bouses sont surconsommées.

Les différences d'évolution des refus observées entre A1 et A2 pourraient être expliquées par le contexte climatique. La pluviosité a été supérieure à la normale en A1, ce qui a dû favoriser la dispersion des fécès autour de la bouse tout en favorisant la croissance de l'herbe. Les observations non publiées de VERGNE (1984) mettent en évidence une stimulation du tallage autour des bouses, une diminution de la mort des talles et en conséquence une augmentation du nombre d'épis. En A2, après un printemps humide, la sécheresse s'est installée entre P1 et P2. La dispersion des bouses et la croissance de l'herbe ont été réduites.

La quantité d'herbe ingérée sur les lieux d'impact des bouses est inférieure de 990 kg (- 24 p.100) en A1 (diminution de 1800 kg sur un rayon de 40 cm ; diminution de 590 kg de 40 à 70 cm) et supérieure de 1100 kg (+ 29 p.100) en A2.

En A1 (année humide), les bouses provoquent une augmentation importante de la teneur en MAT de l'herbe en P2 : + 3,8 points dans un rayon de 40 cm (11 à 14,8 points), + 3,1 points de 40 à 70 cm (11 à 14,1 points).

La teneur en MAT de l'herbe disponible sur la parcelle aux pâturages ultérieurs augmente de 1,5 à 3,5 points. L'influence des bouses est alors moins sensible (+ 0,4 à 1,8 points). En A2, l'augmentation de la teneur en MAT n'a lieu qu'aux 2 derniers pâturages après les pluies de septembre (respectivement + 1,2 et + 4,4 points à P4 et P5 sur un rayon de 40 cm). Les quantités de MAT consommées sont inférieures de 92 kg / ha en A1 et supérieures de 125 kg en A2.

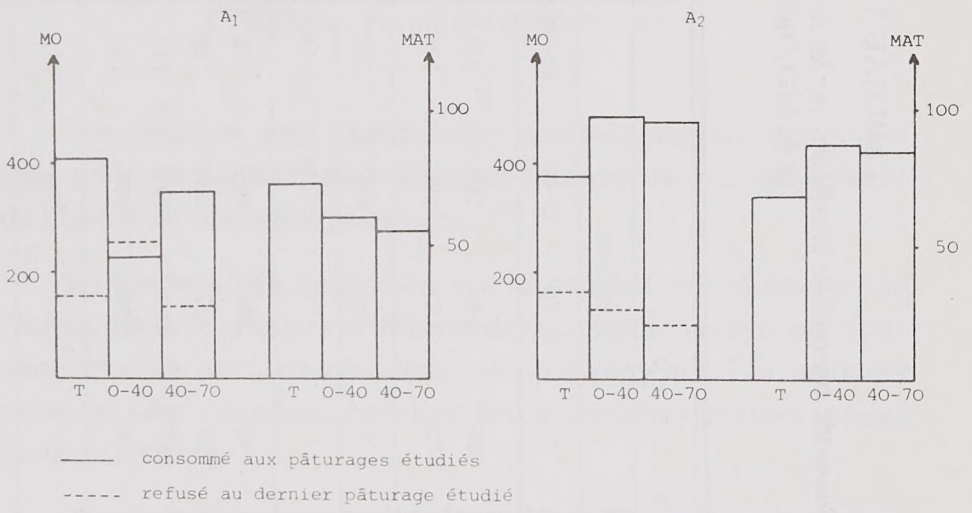


FIG. 2 : *Consommé et refusé sur les lieux d'impact des bouses P1 (g / m²)*

3. Influence des bouses du second pâturage (P2)

En A1, la disponibilité en herbe pour l'ensemble de la saison est supérieure de 1100 kg / ha (+ 46 p.100 de 0 à 40 cm ; la même quantité de 40 à 70 cm). L'augmentation de la quantité d'herbe disponible à P + 1 n'avait pas été observée pour les bouses P1. L'effet du recouvrement de l'herbe par les bouses est amoindri par la pluie (lors du pâturage et des jours suivants) qui dégage le couvert végétal et solubilise les éléments nutritifs, les mettant ainsi à la disposition des racines. Malgré des refus importants dans un rayon de 40 cm (évoluant de façon sensiblement équivalente à ceux provoqués par les bouses de P1 de la même année), les quantités consommées sont les mêmes dans un rayon de 70 cm que sur les emplacements témoins (+ 32 p.100 dans un rayon de 40 cm ; - 10 p.100 de 40 à 70 cm).

En A2, les bouses de P2 provoquent les mêmes phénomènes que celles de P1. Elles permettent de disposer pour l'ensemble de la saison, de la même quantité d'herbe que sur les emplacements

témoins dans un rayon de 70 cm. L'herbe est partiellement refusée dans un rayon de 40 cm à P2 + 1 et P2 + 2. Au dernier pâturage, les zones de bouses sont surconsommées par rapport aux témoins. Pour l'ensemble de la saison, les quantités consommées sont supérieures de 670 kg (+ 26 p.100) sur les lieux d'impact des bouses.

Les bouses de P2 modifient peu la teneur en MAT de l'herbe en A1 alors qu'elles l'augmentent en A2, notamment au dernier pâturage. Les quantités de MAT consommées sur les lieux d'impact des bouses sont les mêmes que sur les emplacements témoins en A1 tandis qu'elles sont supérieures de 159 kg en A2.

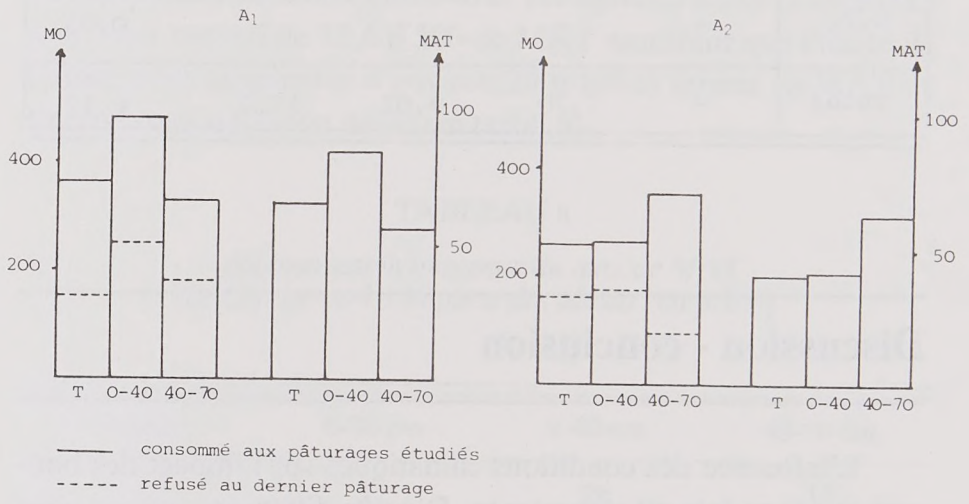


FIG. 3 : *Consommé et refusé sur les lieux d'impact des bouses P_2 (g / m²)*

4. Influence des pissats

En A1, les pissats déposés en P1 (pissats P1) et en P2 (pissats P2) provoquent une augmentation de la quantité d'herbe disponible en P + 1 dans un rayon de 40 cm (+ 1050 kg pour pissats P1 ; + 770 kg pour P2). Ce supplément d'herbe disponible est entièrement consommé. L'effet sur la production se poursuit en P + 2 (P3) pour les pissats P1 (+ 420 kg) tandis qu'il ne se poursuit pas en P + 2 (P4) pour les pissats P2 (effet négatif sur la production dans la zone 40 à 70 cm).

La quantité d'herbe consommée (en P_2 et P_3) sur les emplacements des pissats P_1 est supérieure de 250 kg (+ 16 p.100) dans un rayon de 70 cm. Du fait de leur effet dépressif sur la production en P_4, les pissats P_2 diminuent la quantité d'herbe consommée de 680 kg (- 22 p.100).

Les pissats provoquent de fortes augmentations de la teneur en MAT de l'herbe (+ 0,5 à + 4,1 points sur un rayon de 70 cm). Les quantités de MAT consommées sont respectivement supérieures de 310 et 39 kg pour les pissats P_1 et P_2.

En A_2, année de sécheresse en été, les pissats P_1et P_2 ont un effet dépressif sur la production d'herbe jusqu'en P_4 dans un rayon de 70 cm. Les pissats P_2 provoquent une augmentation de l'herbe disponible en P_5 (+ 590 kg / ha) (pissats P_1 non étudiés en P_5) lorsque les conditions météorologiques sont redevenues favorables à la croissance de l'herbe.

L'herbe est mieux consommée sur les lieux d'impact des pissats que sur les emplacements témoins. La quantité d'herbe consommée est diminuée de 100 kg (- 4 p.100) pour les pissats P_1 au cours des 3 pâturages ultérieurs tandis qu'elle est augmentée de 1130 kg pour les pissats P_2 (+ 44 p.100).

Ces pissats n'entraînent que de faibles augmentations de la teneur en MAT de l'herbe durant la période de sécheresse. L'augmentation de la teneur en MAT n'a lieu qu'au dernier pâturage pour les pissats P_2 (+ 5,3 points dans un rayon de 70 cm). La quantité de MAT consommée est inférieure de 7 kg pour les pissats P_1 (non compris P_5) et supérieure de 444 kg pour les pissats P_2.

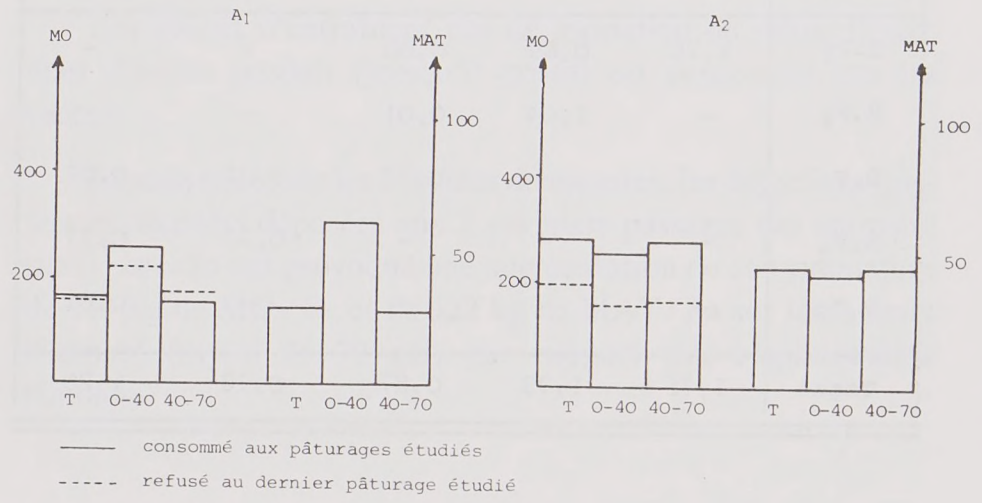


FIG. 4 : *Consommé et refusé sur les lieux d'impact des pissats P_1 (g / m²)*

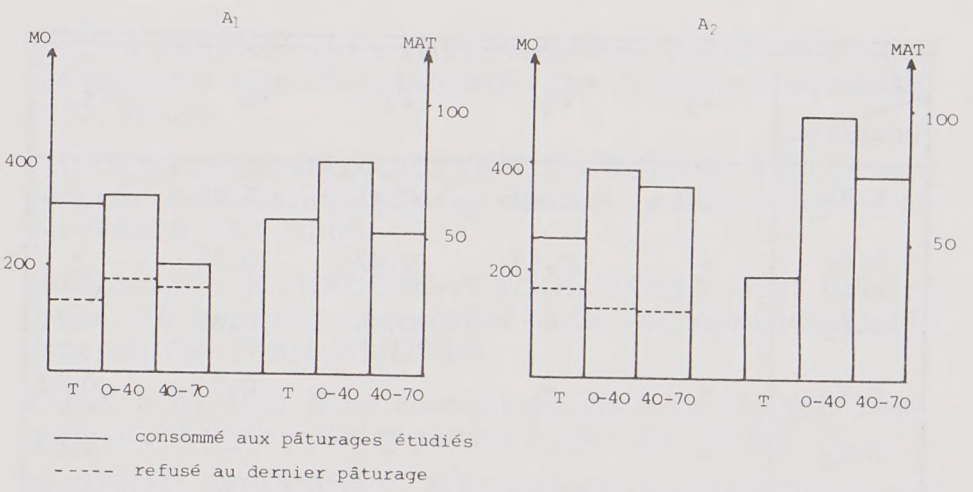


FIG. 5 : *Consommé et refusé sur les lieux d'impact des pissats P_2 (g / m²)*

Importance des bouses et des refus au niveau de la parcelle

La cartographie de 270 bouses réalisée sur 1 / 100 de la parcelle (84 m² : 6 bandes de 14 × 1 m) nous permet d'évaluer le rayon moyen d'une bouse à 11,2 cm (11,1 cm en A_1, 11,3 cm en A_2) avec des variations très importantes (min. : 2,8 cm, max. : 22,4 cm). La surface de la parcelle occupée à un moment donné par les bouses varie au cours de l'année en fonction de la vitesse de disparition de ces bouses mais ne dépasse pas 2 p.100. Pour l'ensemble de la saison de pâturage, les bouses recouvrent 5,1 p.100 de la surface en A_1 et 4,1 p.100 en A_2 (tabl. 4 et 5).

La surface de la parcelle concernée par les zones de refus (non comprise, la surface occupée par les bouses elles-mêmes) augmente jusqu'à P_3 en A_1 et jusqu'à P_4 en A_2. A un moment donné, les refus n'occupent jamais plus de 18 p.100 de la parcelle. La surface totale de la parcelle concernée par les refus au cours de l'année est de 30 p.100 en A_1 et de 20 p.100 en A_2. Ces résul-

tats sont inférieurs à ceux de CAPUTA (1973) qui pense que 50 p.100 de la surface est occupée au moins une fois par des refus au cours de l'année (tabl. 6 et 7).

TABLEAU 4

Surface occupée par les bouses - année A_1 en %

Pâturages / bouses	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
B.P_1	1,75	0,69	0,08	-	-
B.P_2	-	1,04	0,01	-	-
B.P_3	-	-	0,78	0,21	0,02
B.P_4	-	-	-	0,77	0,37
B.P_5	-	-	-	-	0,81
Total	1,75	1,73	0,87	0,98	1,20

TABLEAU 5

Surface occupée par les bouses - année A_2 en %

Pâturages / bouses	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
B.P_1	1,41	0,48	0,41	0,08	-
B.P_2	-	0,59	0,42	0,28	-
B.P_3	-	-	0,85	0,32	0,19
B.P_4	-	-	-	0,57	0,43
B.P_5	-	-	-	-	0,63
Total	1,41	1,07	1,68	1,25	1,25

TABLEAU 6

Surface occupée par les refus - année A_1 en %

Pâturages / bouses	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
B.P_1	0,86	2,44	9,14	2,55	1,90
B.P_2	-	0,44	6,03	6,34	5,10
B.P_3	-	-	2,76	5,21	7,31
B.P_4	-	-	-	2,13	6,27
B.P_5	-	-	-	-	0,94
Total	0,86	2,88	17,93	16,23	21,50

TABLEAU 7

Surface occupée par les refus - année A_2 en %

Pâturages / bouses	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
B.P_1	-	6,76	5,00	5,11	-
B.P_2	-	0,94	3,71	6,70	0,19
B.P_3	-	-	0,31	1,94	1,90
B.P_4	-	-	-	3,66	3,30
B.P_5	-	-	-	-	0,73
Total	-	7,70	9,02	17,4	6,12

Discussion - conclusion

L'influence des conditions climatiques sur l'impact des bousats et des pissats est importante. D'après différents auteurs cités par DICKINSON (1980), 75 p.100 d'une bouse peut disparaître dans un temps variant entre 32 et 450 jours. Selon cet auteur, le temps de disparition est principalement fonction de la consistance de la bouse à l'émission et du climat lors du dépôt et des jours suivant ce dépôt qui entraînera ou n'entraînera pas de formation de croûte sur la bouse. La vitesse de disparition influera sur la production, la composition et la consommation de l'herbe.

Zone influencée

Notre méthodologie d'étude par anneaux concentriques montre que les bouses peuvent modifier la quantité d'herbe disponible, sa composition et son ingestion dans un rayon au moins égal à 70 cm sur l'ensemble de la période de pâturage. Ces résultats réjoignent ceux de NORMAN et GREEN (1958) et ceux de Mac LUSKY (1960). Les premiers montrent que des bouses « standards » (poids et forme déterminés) agissent sur l'appétence et la croissance de l'herbe dans un rayon de 60 cm. Pour Mac LUSKY, les bouses agissent en moyenne sur une surface à peu près 6 fois plus grande qu'elles au passage suivant leur dépôt, ce qui ferait un rayon théorique de 28 cm. Les microcartographies nous permettent d'estimer les rayons des zones refusées en P + 1 à 18 et 23 cm respectivement les années A_1 et A_2.

Les pissats peuvent influer sur une zone sensiblement équivalente à celle des bouses (rayon de 70 cm) mais l'effet sur la production et la composition de l'herbe est plus marqué dans un rayon de 40 cm.

Modification de la composition chimique de l'herbe

L'azote des fécès principalement présent sous forme organique agit moins rapidement que l'azote des urines et à un taux de mobilisation excellent (70 à 100 p.100) (DURING et WEEDA, 1973). De ce fait pour KOSMAT (1965), les bouses modifieraient peu la teneur en MAT de l'herbe et agiraient surtout par une

modification de la composition botanique. Dans nos expérimentations, nous avons mis en évidence que les fécès déposés en P_1 et P_2, les années A_1 et A_2 provoquent en moyenne des augmentations de 1,5 point de MAT de 0 à 40 cm (+ 12 p.100) et de 1,1 point de 40 à 70 cm (+ 9 p.100). Ces résultats confirment ceux de NORMAN et GREEN (1958) qui trouvent que les bouses « standards » déposées au printemps entraînent une augmentation de 11 p.100 de la teneur en MAT de l'herbe.

D'après BALL (1977), au moins 50 p.100 de l'azote apporté par les pissats sur une prairie permanente recevant 300 unités d'azote sont perdus par volatilisation d'ammoniac et par lessivage des nitrates. De ce fait, l'azote de l'urine modifierait peu la composition chimique de l'herbe. Nos résultats obtenus sur une prairie temporaire recevant entre 40 et 110 unités d'azote et exploitée à un taux moyen de 12,6 p.100 de MAT montrent que l'azote de l'urine peut augmenter d'environ 20 p.100 la teneur en MAT de l'herbe dans un rayon de 70 cm (tabl. 8).

TABLEAU 8

Augmentation moyenne du taux de MAT de l'herbe sur les impacts des pissats (en p.100)

Année	0-70 cm	0-40 cm	40-70 cm
A	17	26	12
A	15	22	7

Influence sur la production

La quantité d'herbe produite* sur les lieux d'impact des bouses déposées au premier et second pâturage varie de - 14 p.100 à + 11 p.100. L'impact des bouses de printemps sur la production de l'année nous semble donc faible et *dépendant des conditions climatiques.*

Ces résultats ne concordent pas avec ceux de NORMAN et GREEN. D'après ces auteurs, des bouses « standards » permettraient de doubler le rendement en MS sur une période de 13 mois. Toutefois ces résultats sont obtenus par fauche, simultanément au pâturage, sur des endroits protégés. L'effet des refus ne se fait donc pas sentir sur la pousse de l'herbe.

Comme pour les bouses, l'effet des pissats rapportés par différents auteurs peut être positif ou négatif. HERRIOTT et CROOKS (1971) notent une efficacité de l'azote de l'urine très voisine d'autres formes d'apport azoté (urée, nitrate de chaux). Pour WHEELER, l'urine ne serait efficace qu'en présence d'azote minéral, sans doute en raison des disponibilités supérieures en potasse. Par ailleurs, selon DOAK (1952), sous un pissat toute germination est tuée et lorsque celui-ci tombe sur un sol sec, la différence de pression osmotique provoquée par l'urine peut entraîner un brûlage de la végétation.

Selon le climat lors du dépôt des pissats, nous notons sur un rayon de 70 cm des effets positifs (+ 5 et + 18 p.100) ou des effets négatifs (- 8 et - 9 p.100) sur la production d'herbe.

* Herbe produite : herbe consommée au cours des pâturages + herbe refusée au dernier pâturage des animaux (herbe dégénérée pas prise en compte).

Influence sur la consommation

En A_1, les refus dus aux bouses de P_1 et P_2 persistent partiellement toute la saison et les quantités consommées sont respectivement inférieures de 24 p.100 et supérieures de 2 p.100. En A_2, les refus disparaissent au dernier pâturage et les quantités consommées sont respectivement supérieures de 29 et 26 p.100.

Pour NORMAN et GREEN, les refus persisteraient entre 13 et 18 mois et les quantités ingérées par les vaches sur les lieux d'impact des bouses seraient les mêmes que sur les emplacements non souillés.

Les pissats n'entraînent pas de formation de refus, l'excédent d'herbe produit (lorsqu'il existe) est consommé par les vaches.

En moyenne, sur les 2 années de mesures, les déjections (pissats et bousats) déposées aux 2 premiers passages des animaux sur la parcelle ont provoqué une augmentation de consommation de 173 kg de MO / ha et de 122 kg de MAT / ha sur leurs lieux d'impact (rayon de 70 cm) par rapport aux emplacements témoins.

Références bibliographiques

BALL R., KEENEY D.R., THEOBALD P.W., NES P., 1979. Nitrogen balance in urine-affected areas of a New Zealand pasture. *Agron. J.*, **71,** 309-314.

CAPUTA J., GOSPORDARCZYK F., PRIEGER K., 1973. Le comportement des refus sur un pâturage rationnel. *La recherche agronomique en Suisse,* **12,** 1, 51-66.

DICKINSON C.H., UNDERHAY V.S.H., ROSS V., 1981. Effect of season, soil fauna and water content on the decomposition of cattle dung pats. *New Phytol.,* **88,** 129-141.

DOAK B.W., 1952. Some chemical changes in the nitrogen constituants of urin when voided on pasture. *J. agric. Sci.,* **42,** 162-173.

DURING C., WEEDA W.C., 1973. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production and nutrient uptakes. *N.Z. J. agric. Res.,* **16,** 423-430.

FRISON M., 1967. Caractéristiques physico-chimiques du lisier. *Journées d'information sur le lisier.* Lyon, 21-22 novembre 1967.

HERRIOTT J.B.D., CROOKS P., 1971. Sward growth and animal excreta return effects. *Potassium and systems of grassland farming,* 123-129.

KOSMAT M., 1965. Die Bodenfruchtarbeit under Gerbstellen einer Werdefläche. *Bodenkulter,* **16,** 95-108.

LANCON J., 1978. Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets. *Fourrages,* **75,** 55-88.

LANCON J., 1978. Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets. *Fourrages,* **76,** 91-122.

MAC LUSKY P.S., 1960. Some estimates of the ureas of pasture fouled by the excreta of dairy cows. *J. br. Grassld. Soc.,* **15,** 2, 181-188.

NORMAN M.J.T., GREEN J.O., 1958. The local influence of cattle dung and urine upon the yield and botanical composition of permanent pastures. *J. br. Grassld. Soc.,* **13,** 39-45.

VERGNE Y., 1984. Communication personnelle.

WHEELER J.L., 1958. The effect of sheep excreta and nitrogenous fertilizer on the botanical composition and production of a ley. *J. br. Grassld. Soc.,* **13,** 196-202.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 19-26

Mise à l'herbe après sevrage des veaux laitiers nés en fin d'hiver

3. Pâturage du système « Ray-grass anglais - Dactyle » en rotation classique ou simplifiée

R. GIOVANNI
avec la collaboration de G. ABELARD, P. GAUCHET, P. de SAINT JAN

*INRA, Station de Recherches sur les jeunes Ruminants**
35042 Rennes Cedex

La réussite de l'élevage des jeunes veaux au pâturage dépend en grande partie de l'exploitation régulière d'une herbe de bonne qualité. Cette condition première repose en particulier sur la sécurité estivale du système de prairies : celui-ci doit être en effet capable de maintenir une disponibilité en herbe suffisante pour des animaux dont le niveau d'ingestion ne cesse d'augmenter. Dans les conditions pédoclimatiques du bassin de Rennes, les systèmes à base de ray-grass anglais et italien, n'ont été réellement intéressants et productifs que 2 à 3 années sur 5. Comparée à ces prairies de ray-grass, une prairie de dactyle seul a permis d'obtenir des résultats zootechniques certes inférieurs (-100 g/j) mais encore compatibles avec les objectifs de production de viande jeune (GIOVANNI, 1983). Afin d'allier qualité et sécurité, il convenait d'expérimenter le système « Ray-grass anglais-Dactyle » *a priori* bien adapté à la région et implanté pour 4 ans au moins.

Par ailleurs, afin de simplifier les travaux d'exploitation dus au nombre de parcelles du pâturage tournant, une réduction de moitié de leur nombre a été introduite dans les essais de 1982 et 1983. Ainsi, ces essais ont eu pour objectif de tester le système « Ray-grass anglais-Dactyle » utilisé en rotation classique (8 parcelles) ou simplifiée (4 parcelles), tout en le comparant en 1982 au système « Ray-grass anglais - Ray-grass italien » en rotation classique. De plus, en 1982, un autre essai de pâturage de prairies de ray-grass anglais et de dactyle avec et sans trèfle blanc a été entrepris simultanément.

* Nouvelle adresse : Station de Recherches sur la Vache laitière
INRA - St-Gilles - 35590 L'Hermitage

Conditions expérimentales

Le tableau 1 présente les conditions expérimentales des travaux réalisés en 1982 et 1983. Les deux saisons se sont déroulées sans arrêt de pâturage grâce aux réserves en eau du sol à la suite des pluies importantes de printemps et aux fortes ondées orageuses de chaque été. En 1982, le système « RGA-RGI » satisfaisant jusqu'en septembre, a dû être complété par une prairie semée en avril (RGA + TB Huia), en raison du dépérissement rapide du RGI infesté de nématodes. Par ailleurs, la comparaison de prairies avec et sans trèfle blanc a été réalisée avec des veaux pie-noir conduits en pâturage tournant à 4 parcelles/hectare et avec un chargement moyen de 8 veaux/ha en fin de saison.

En 1983, le poids vif des veaux à la mise à l'herbe a été plus élevé qu'à l'habitude : en effet, l'achat des veaux a eu lieu à la mi-février au lieu du 10 mars et la sortie au pâturage a dû être retardée à cause des pluies de mai (157 mm). Exploitées indépendamment du fait de leur nature différente en 1982, les prairies l'ont aussi été en 1983 dans les deux systèmes de rotation classique (TC) ou simplifiée (TS) en se fixant un temps de repos maximum de 35 jours par parcelle. En plus des échantillons effectués à l'entrée en parcelle, les échantillons prélevés dans une zone en défens, mais pâturée au cycle précédent dans le système TS, devaient permettre de préciser les quantité et qualité moyennes de l'herbe offerte pendant le séjour des animaux. En dernier lieu, un même chargement moyen de 10 veaux/ha, un peu supérieur à celui utilisé antérieurement, a été retenu dans ces deux essais.

TABLEAU 1

Conditions expérimentales

ANNEE	1982		1983	
Période de sevrage	- Elevage à l'extérieur de 32 veaux NO, sevrés à 9 semaines (45 kg d'aliment d'allaitement, foin et aliment concentré à volonté). - Bon état sanitaire, gain de poids vif de 875 g/j. Arrivée et mise à l'herbe le 25 mai.		- Elevage à l'extérieur de 20 veaux NO et 20 veaux P.N. sevrés à 8 semaines (40 kg d'aliment d'allaitement, foin et aliment fermier à volonté). - Etat sanitaire médiocre des normands (620 g/j), moyen des Pie-Noirs (768 g/j). Arrivée et mise à l'herbe le 29 mai.	
Période de pâturage	8 parcelles (T.C.)	4 parcelles (T.S.)	10 parcelles (T.C.)	5 parcelles (T.S.)
Prairies	RGA Vigor : 0,5 ha (4p.) RGI Sabalan : 1,0 (4p.) RGA + TB : 0,5 (Sept-Oct)	RGA Vigor : 0,5 ha (2p.) Dactyle Lucifer : 1,0 (2p.)	RGA : 0,7 ha (4p.) Dactyle : 1,3 (6p.)	RGA : 0,7 ha (2p.) Dactyle : 1,3 (3p.)
Implantation	- Semis d'avril 1979 : RGA et Dactyle ; avril 82 : autres prairies - semis et hiver : 60 N - 150 P - 150 K.			
Fumure	- Fumure azoté : 50 N après ensilage - 40 N/ha après pâturage - Coupe des refus au cycle 2 ou 3.			
Prélèvements	4 échantillons de 1,5 m2, coupe à 4 cm par motofaucheuse à l'entrée de chaque parcelle dans le système T.C. 6 échantillons de même coupe à l'entrée (1982 et 1983) et 6 échantillons dans un enclos mobile à la sortie de chaque parcelle (1983) dans le système T.S.			
Animaux	16 NO	16 NO	10 NO + 10 P.N.	10 NO + 10 P.N.
Mise à l'herbe	- Directe sur jeunes repousses de RGA ensilé		- idem	
Complémentation	- Transition de 14 jours : 2,5 kg d'aliment concentré antérieur jusqu'à 1 kg de maïs aplati + 100 g de minéraux. - Foin de qualité moyenne renouvelé selon consommation.		- idem, sauf utilisation de blé aplati, 1 kg/j augmenté à 1,5 kg + 0,5 kg féverole pendant le dernier mois.	
Conduite	Rotation selon repousse dans chaque système.		Rotation indépendante	
Observations	Pesée des veaux chaque semaine (1er mois), chaque quinzaine par la suite ; double pesée en fin d'essai. Prélèvements de fecès (juillet-septembre) pour recherche de parasites intestinaux ; traitement si nécessaire.			

Résultats

1. Le système RGA-Dactyle a favorisé une bonne répartition de l'herbe produite et un pâturage régulier.

Les premiers cycles du RGA et du dactyle ont été ensilés début mai ou mi-mai dans les deux systèmes, en fonction principalement de la portance des sols. Les veaux ont été mis à l'herbe sur les repousses du RGA quelles que soient l'année et les chaines de prairies. La moitié des surfaces de dactyle a été réservée à la fauche dans les systèmes TS (1982) et TC (1983) alors qu'un tiers seulement l'a été en 1983 dans le système TS. Par suite d'une fin de printemps favorable au RGA, les surfaces fauchées au second cycle du dactyle n'ont pas été assez importantes ce qui a retardé l'exploitation des troisièmes cycles du système TS notamment. La croissance du RGA et du dactyle, comprise entre 60 et 90 kg / MS / ha avant septembre, a en effet entrainé un temps de séjour plus que doublé en moyenne dans le système TS par rapport au système TC de 1983. Ray-grass et dactyle se sont bien complétés par la suite.

Avec 300 unités d'azote au maximum par ha, la production moyenne des prairies a été, selon l'année et les parcelles de 13 à 14 tonnes MS / ha pour le RGA et de 14 à 16 tonnes pour le dactyle. Malgré un été favorable, le RGI parasité n'a produit que 5,5 tonnes MS / ha en 3 cycles au lieu de 8 à 10 tonnes en 4 à 5 cycles les années passées. Pour les prairies d'association, alors que la proportion de trèfle blanc n'a cessé de diminuer dans les prairies installées en avril 1981, la prairie semée en avril 1982 a comporté 45 p.100 de trèfle blanc dès le second cycle et a assuré trois cycles de pâturage de qualité (2,1 - 2,7 et 1,4 tonnes / MS / ha - 18,5 à 24 p.100 MAT / MS) en remplacement du RGI. La part des ensilages représentant 4,5 et 5,5 tonnes MS / ha pour le RGA et le dactyle, avec 2 tonnes de foin / ha en plus pour celui-ci, les disponibilités en herbe à pâturer ont été assez voisines de 9 à 10 tonnes MS / ha sur une durée de 75 à 80 jours par prairie dans nos conditions d'exploitation.

2. La qualité de l'herbe est apparue peu influencée par les modifications de la rotation.

Le tableau 2 résume les principales conditions de repousse de chaque prairie et les valeurs de deux paramètres (digestibilité *in vitro* et teneur en MAT / MS) capables d'estimer la qualité de l'herbe offerte. En outre, si les teneurs en MS du RGA et du dactyle ont varié respectivement de 12 à 25 p.100 et de 13 à 30 p.100, leur teneur en matière organique a été comprise entre 88 et 91 p.100. La meilleure valeur nutritive du RGA vis à vis du dactyle et la diminution de la digestibilité en fin de saison, surtout avec le dactyle, ont été observées à nouveau (DEMARQUILLY, 1981 ; GIOVANNI, 1983). Cependant, les teneurs en MAT du dactyle exploité à moins de 35 jours d'âge se sont révélées équivalentes voire supérieures à celles du RGA.

Les digestibilités *in vitro* du RGA et du dactyle ont été respectivement de 61,5 et 56,2 p.100 dans le système TS et de 65,0 et 61,6 dans le système TC. Cette différence moyenne de digestibilité apparue au troisième cycle, a surtout été plus nette pendant

Pendant le premier mois, les jeunes veaux doivent disposer de repousses de RGA âgées de 20 jours. Le chargement optimum est alors de 32 veaux / ha avant l'utilisation du second cycle du dactyle.

A partir de septembre, la disponibilité en herbe est souvent égale ou inférieure à 2,5 kg MS / 100 kg poids vif avec un chargement moyen de 10 veaux / ha : les animaux attendent la complémentation du matin et l'ouverture d'une parcelle nouvelle.

Ces veaux pie-noir viennent d'être mis à l'herbe fin mai sur de jeunes repousses de dactyle Lucifer. Leur comportement au pâturage n'étant pas encore établi, le gain de poids vif restera modéré (800 g / j) pendant le premier mois (1981).

Dès le 15 juin, les veaux pâturent généralement en groupe compact les prairies de RGA et de dactyle qui se complèteront jusqu'en octobre. Ce système de prairies, en rotation classique ou simplifiée, est aussi productif et plus sûr qu'un système « tout ray-grass ».

les derniers cycles de pâturage. Les teneurs en MAT ont cependant été plus élevées (+ 2 points) à l'entrée des parcelles du système TS mais elles ont diminué d'autant pendant le temps de présence des veaux aussi bien avec le RGA qu'avec le dactyle. Une tendance semblable a été observée au Pin-au-Haras dans la comparaison avec des vaches laitières d'un pâturage de prairies naturelles à base de RGA conduit en rotation classique (4 parcelles avec rationnement) avec un pâturage tournant sur 2 parcelles seulement (HODEN, 1984).

3. Le gain de poids vif des veaux a été de 900 g/j dans les deux types de rotation.

Pendant la période d'adaptation au pâturage, le gain de poids vif des veaux a été compris entre 700 et 750 g/j, niveau normal pour les veaux Pie-Noir mais trop moyen pour les Normands au regard des données de 1980 et 1981 (800-900 g/j), obtenues certes dans de meilleures conditions climatiques et sanitaires. Par la suite, les gains de poids vif observés dans l'un ou l'autre système ne sont pas apparus significativement différents : dans le système RGA-RGI, la croissance des animaux a en effet été plus faible que dans les essais antérieurs et entre les systèmes TC et TS, les écarts n'ont pas dépassé 60 g/j en moyenne (tabl. 3). Par ailleurs, avec les prairies de graminées pures ou associées au trèfle blanc, un chargement plus faible de 8 veaux/ha au lieu de 10 a entraîné jusqu'en septembre une augmentation sensible des gains de poids vif voisine de 100 g/j (tabl. 4).

En fin de saison, le gain de poids vif moyen a été maintenu ou augmenté grâce à une complémentation plus importante notamment en 1983. En effet, compte tenu du poids des animaux et du chargement, l'herbe disponible n'a plus représenté que 1 à 2 kg MS/100 kg poids vif au lieu de 3 à 5 lors des cycles précédents. De plus, les veaux utilisant les deux derniers cycles de prairies de 1981 où le trèfle représentait moins de 10 p.100 de la matière sèche offerte, ont eu un ralentissement notable de leur croissance (tabl. 4). Avec une prairie plus riche en trèfle blanc, cette première observation ne s'est pas reproduite par la suite à la même époque (GIOVANNI, 1984).

4. Le bilan de pâturage du système « RGA-Dactyle » a approché celui des prairies de ray-grass.

Avec le chargement pratiqué, le gain de poids vif brut par ha a atteint 1300 kg en système RGA-Dactyle, même exploité en conditions simplifiées de pâturage (tabl. 3). Ce résultat apparaît certes inférieur de 100 kg à celui du système en rotation classique mais il est proche des meilleurs résultats des saisons antérieures acquis avec les ray-grass anglais et italien. De plus, on peut remarquer qu'en 1982, les deux systèmes TC et TS étaient aussi d'une productivité semblable de 950 kg/ha avant la défaillance du RGI. Il faudrait ajouter au bénéfice du système TS les diminutions de travail concernant l'organisation et l'entretien des pâtures, ainsi qu'une introduction plus facile des prairies de l'année.

TABLEAU 2

Production et qualité de l'herbe offerte aux animaux selon le système d'exploitation du pâturage

1982		RAY-GRASS ANGLAIS					DACTYLE				
Cycle	Système	Temps de repos (j)	Temps de séjour (j)	M.S. (t/ha)	MAT p.100 MS	DIV	Temps de repos (j)	Temps de séjour (j)	M.S. (t/ha)	MAT p.100 MS	DIV
2	T.C.	25	5	2,1	15,8	71,2	-	-	-	-	-
	T.S.	20	8	2,4	18,5	70,5	32	11	2,2	15,9	64,8
3	T.C.	20	4	2,2	13,7	62,7	-	-	-	-	-
	T.S.	38	8	3,3	16,6	66,0	34	10	1,8	20,2	66,7
4-5-6	T.C.	38	4	1,9	20,9	61,2	-	-	-	-	-
	T.S.	28	7	1,9	21,3	59,4	33	10	1,4	19,8	60,0
							Pluviométrie mai-octobre : 465 mm, 125 en juillet, 157 en octobre				
							E.T.P. Penman : 598 mm, 132 en juillet, 143 en août				
							Pluviométrie annuelle : 892 mm (moyenne 30 ans : 680 mm)				
1983											
2	T.C.	20	3,5	1,5	17,5	70,7	30	5,0	3,3	14,4	63,9
	T.S. e -	30	-	0,6	20,5	70,2	30	-	1,4	22,4	64,3
	s -	-	9	1,2	19,7	65,9	-	9	2,2	17,7	64,0
3	T.C.	21	2,5	2,2	15,6	63,2	35	3,5	3,6	17,2	62,3
	T.S. e -	35	-	2,6	16,2	61,4	38	-	2,9	16,0	61,0
	s -	-	8	3,5	14,2	58,1	-	7,0	3,2	15,4	54,0
4-5-6	T.C.	30	3	2,1	20,7	60,7	34	3,0	1,9	19,8	58,7
	T.S. e -	30	-	1,6	22,7	55,2	31	-	1,6	21,9	55,4
	s -	-	5	2,1	20,7	57,8	-	9,0	1,6	22,1	56,5
e : entrée de parcelle (pâture)							Pluviométrie mai-octobre : 429 mm, 157 en mai, 79 en juillet				
s : sortie de parcelle (enclos)							E.T.P. Penman : 511 mm, 110 en juin, 133 en juillet				
							Pluviométrie annuelle : 782 mm				

TABLEAU 3

Gains de poids vif et bilan de pâturage selon l'année et le système d'exploitation des prairies

ANNEE	1982		1983			
Système de prairies	RGA-RGI	RGA-DACTYLE	RGA-DACTYLE		RGA-DACTYLE	
Parcelles en rotation	8-T.C.	4-T.S.	10-T.C.		5-T.S.	
Race des veaux	NO.	NO.	NO.	P.N.	NO.	P.N.
Poids vif (kg)						
- mise à l'herbe	107 ± 6	107 ± 6	142 ± 18	162 ± 14	141 ± 13	162 ± 13
- fin de saison	237 ± 22	238 ± 16	288 ± 25	303 ± 21	272 ± 23	297 ± 21
Gain de poids vif (g/j)						
- période d'adaptation	701 ± 189	698 ± 138	772 ± 190	747 ± 161	685 ± 149	704 ± 112
- jusqu'au 10 septembre(*)	881 ± 86	816 ± 91	857 ± 105	885 ± 120	837 ± 110	867 ± 82
- saison de pâturage	900 ± 118	896 ± 82	943 ± 82	902 ± 96	866 ± 100	901 ± 91
Durée du pâturage (j)	152			158		
Chargement pondéré (veaux/ha)	15,2	17,0	13,7		13,6	
Chargement moyen	10,6 - 8,0	10,6	10,0		10,0	
Complémentation énergétique						
- céréales (kg)	168	168	202		202	
- foin	35	68	120		115	
Gain de poids vif (kg/ha)						
- brut	960 - 1044	938 - 1397	1435		1330	
- net	791 - 866	774 - 1074	956		886	
Excédents récoltés (MS,t/ha)	1,7 - 2,3	3,5	3,3		2,6	

- (*) les résultats donnés jusqu'au 10 septembre 1982 et soulignés par la suite, correspondent à l'exploitation de 1,5 ha dans les 2 systèmes avant l'utilisation des second et troisième cycles du RGA-TB.
- le gain de poids vif net est obtenu en utilisant, en plus de la surface d'herbe, la surface nécessaire pour produire les compléments distribués.

TABLEAU 4

Bilan de pâturage des veaux pie-noir utilisant un système RGA-Dactyle avec ou sans trèfle blanc

A - Production d'herbe des deux systèmes

Ray-Grass Anglais-Dactyle	sans Trèfle Blanc		avec Trèfle Blanc	
Fumure azotée				
- Kg N/ha/cycle	80-60-40-40-40		60-40-20-20-20-0	
- totale/ha	260		160	
Matière sèche (t/ha)	RGA	DACTYLE	RGA	DACTYLE
Cycle 1 - Ensilage	5,5	6,0	5,1	6,0
Cycle 2 - Pâturage	2,4	2,1	2,8	2,8
3	2,4	2,6	2,3	2,9
4	2,5	2,3	1,7	2,2
5	1,6	1,6	0,8	0,7
6	-	-	1,0	0,6
Production totale	14,4	14,6	13,7	15,2
Production "pâturée"	8,9	7,6*	8,6	7,8*

. Cet essai a été conduit en pâturage tournant à 4 parcelles/ha de chaque prairie.
. 4 prélèvements d'herbe ont été effectués à l'entrée de chaque parcelle, soit 16 par ha.
* La moitié du second cycle du Dactyle a été fanée dans les 2 systèmes.

B - Résultats zootechniques

Ray-Grass Anglais-Dactyle	sans Trèfle Blanc	avec Trèfle Blanc
Animaux par lot	16	16
Chargement pondéré (veaux/ha)	12,5	12,5
moyen/système	8	8
Poids vif (kg)		
- mise à l'herbe (4.06)	105 ± 10	106 ± 10
- fin de saison (26.10)	238 ± 16	230 ± 20
Gain de poids vif (g/j)		
- période d'adaptation(35j)	737 ± 98	716 ± 162
- jusqu'au 21 septembre	955 ± 101	977 ± 116
- saison de pâturage (145j)	962 ± 92 (a)	867 ± 109 (a)
Gain de poids vif (kg/ha)		
- brut	1064	990
- net	861	798
Excédents récoltés (MS, t/ha)	6,2	6,2

. Tous ces veaux ont reçu 1 kg de maïs aplati + 100 g de minéraux après une transition de 15 jours. Cette complémentation a été de 2 kg pendant les 3 dernières semaines de pâturage.

. (a), Différence significative à $P<0,02$

Si l'on divise le gain de poids vif brut par la surface des prairies et celles des céréales et de foin nécessaires pour la complémentation, le gain dit net par ha s'est situé entre 900 et 1050 kg dans les deux systèmes. Il est ainsi équivalent à ceux obtenus précédemment avec les ray-grass ou le dactyle seul (GIOVANNI, 1983). En dernier lieu, signalons que les dépenses de complémentation - responsables de la différence entre les gains de poids vif brut et net - sont cependant bien compensées par la valeur des excédents fourragers : pour un chargement de 10 veaux / ha, la surface en céréales avoisine 30 ares avec le blé et 20 ares avec le maïs alors que la surface ensilée représente 50 ares compte tenu des rendements de 4,5 à 6 tonnes MS / ha des premiers cycles. Au plan de l'énergie, la complémentation atteint 1500 à 2000 UFL / ha selon l'année et l'automne principalement, tandis que les excédents apportent entre 2000 et 2400 UFL / ha avec les prairies pérennes.

Discussion - conclusion

De 1980 à 1983, les conditions climatiques de notre région ont été assez favorables à l'herbe malgré les périodes souvent sèches de fin d'été. Les résultats de ces dernières saisons peuvent ainsi être considérés comme étant des données de référence sur le pâturage précoce des veaux d'origine laitière. Sans revenir sur la mise à l'herbe proprement dite (GIOVANNI, 1976, 1982), on peut faire ressortir quelques points concernant à la fois la valorisation de ces prairies et les performances de ces animaux.

1. Le système de prairies composé de RGA et de dactyle dans la proportion de 40 / 60, se révèle bien adapté aux zones les moins arrosées de nos régions et rivalise favorablement avec les systèmes à base de ray-grass seuls tant au plan de la production d'herbe que pour l'assurance de performances zootechniques satisfaisantes (900 g / j et 1000 kg gain / ha minimum). Le dactyle représente ainsi un bon élément de sécurité estivale dans la mesure où l'on envisage comme fréquente une période de sécheresse relative en août ou en septembre. Dans des zones plus océaniques, le ray-grass anglais seul reste bien entendu la prairie de choix pour les jeunes tandis que le dactyle seul pourrait être réservé aux zones dites sèches de l'Ouest. Par ailleurs, l'utilisation de variétés tardives de RGA ou de dactyle doit permettre le choix d'une date convenable pour l'ensilage, la mise à l'herbe (15-20 mai) et la fourniture de repousses de qualité et décalées vers l'été, notamment avec le dactyle. Il en serait de même pour la conduite au pâturage, et en particulier pour leur adaptation à l'herbe, des veaux laitiers nés à l'automne et mis à l'herbe au début du mois d'avril (GIOVANNI, 1983).

2. Le pâturage tournant avec un temps de séjour de 3 à 5 jours par parcelle et 6 à 8 parcelles en rotation a donné satisfaction dans les essais antérieurs. Il apparaît maintenant qu'avec deux graminées pérennes bien complémentaires, une diminution de moitié du nombre de parcelles par prairie n'influence pas notablement les performances des animaux bien que leur temps de séjour par parcelle soit en moyenne plus que doublé. Ce type d'exploitation allège beaucoup les différents travaux (clôtures) ou chantiers (refus, épandage de l'azote) liés à la conduite du pâturage. Comme les premiers cycles sont ensilés en totalité, il ne

demande en principe qu'une décision en matière de fauche du dactyle au second cycle. De la justesse de celle-ci dépendront à la fois le bon enchainement entre les 2 prairies et les quantités d'excédents récoltées. En année normale, la fauche de la moitié au moins du dactyle paraît optimum si les conditions de végétation sont favorables au troisième cycle du RGA. Cette simplification du pâturage des jeunes nous semble probablement à la limite d'une bonne sécurité de la rotation en saison plus difficile. Par contre, en année normale, elle est compatible avec le mode de conduite de ces jeunes bovins et le niveau de croissance recherché. Un système d'exploitation plus simple - tel que le système à deux parcelles dans les conditions britanniques (HOOD et BAILIE, 1973 ; CASTLE et WATSON, 1975) - apparaît peu adapté à la région ainsi qu'aux exigences alimentaires des jeunes à l'herbe.

3. La qualité de l'herbe offerte s'est révélée satisfaisante dans le système simplifié de pâturage pour atteindre un niveau de croissance de 900 g / j valorisant à la fois l'animal et la prairie. Les différences mineures de qualité apparues entre les deux systèmes TC et TS de RGA-Dactyle peuvent provenir de plusieurs facteurs associés ou non : d'une part, le séjour des animaux a été souvent prolongé sur les parcelles de dactyle du système TS entraînant ainsi un retard dans l'exploitation de la suivante ou du RGA en attente ; d'autre part, la croissance élevée du dactyle pendant le séjour des animaux, responsable en partie du retard ci-dessus, a offert plus de possibilité de choix aux animaux qui disposant aussi de plus de surface, ont pu récolter à nouveau une herbe de qualité après avoir étêté la parcelle les 2 ou 3 premiers jours. Enfin, les échantillons d'herbe récoltés à la motofaucheuse à l'entrée et à la sortie de chaque parcelle renseignent mieux sur la quantité que sur la qualité de l'herbe présente : au fur et à mesure de la saison, la proportion de matériel végétal refusée, débris ou parties mortes, augmente dans les échantillons et contribue à sous-estimer probablement la matière organique et la digestibilité *in vitro* mesurées. Quoiqu'il en soit la recherche d'un temps de repos de 30 jours, surtout avec le dactyle dans un système d'exploitation simplifié, apparaît comme la condition première de la valeur optimum des repousses distribuées à des jeunes en croissance. Avec des bovins en croissance et à l'engrais, le temps de repos optimum peut en effet être porté à 35 jours (BERANGER, 1981).

4. Les résultats concernant le pâturage des prairies d'association par les jeunes sont limités en raison de la disparition progressive du trèfle blanc dans un sol trop hydromorphe, acide et carencé en éléments fertilisants malgré la fumure de fond adoptée. En revanche, la prairie implantée en avril 1982 a eu une activité associative élevée dès le second cycle et son utilisation sans aucun trouble sanitaire a maintenu une croissance voisine de 900 g / j en fin de saison. En 1983 et 1984, ce même niveau de croissance a été obtenu avec des veaux de 6 à 12 mois élevés sur cette prairie conduite aussi en système de rotation simplifiée (GIOVANNI, 1984).

La mise à l'herbe très précoce des veaux d'origine laitière peut ainsi contribuer à une bonne valorisation des prairies existantes ou libérées par d'autres productions sans avoir recours à des facteurs de production nouveaux ou intensifiés.

Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement les personnes des Stations INRA de Lusignan et de Rennes - Le Rheu qui ont participé à cette expérimentation.

Références bibliographiques

BERANGER C., MICOL D., 1981. Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage. Influence du chargement et du mode d'exploitation. *Fourrages,* **85,** 73-93.

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1975. Further comparisons between a rigid rotational «Wye college » system and other systems of grazing for milk production. *J. br. Grassl. Soc.*, **30,** 1-6.

DEMARQUILLY C., 1981. Valeur alimentaire de l'herbe dans les conditions du pâturage. *Fourrages,* **85,** 59-72.

GIOVANNI R., 1976. Utilisation de la prairie temporaire par le veau d'élevage dans l'Ouest de la France. *Fourrages,* **65,** 65-80.

GIOVANNI R., 1982. Mise à l'herbe après sevrage des veaux nés en fin d'hiver. 1. Influence du niveau d'alimentation avant la mise à l'herbe et de la complémentation énergétique au pâturage. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **50,** 33-45.

GIOVANNI R., 1983. Mise à l'herbe précoce des veaux laitiers nés à l'automne. 2. Systèmes de prairies et résultats zootechniques. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **54,** 49-60.

GIOVANNI R., 1984. Travaux en cours.

HODEN A., 1984. Travaux en cours.

HOOD A.E.M., BAILIE J.H., 1973. A new grazing system for beef cattle - the two field system. *J. br. Grassl. Soc.*, **28,** 101-108.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 27-30

Distribution d'une buvée aux veaux d'élevage sevrés précocement

P.R. PARRASSIN* et J.L. TROCCON**

** INRA, Domaine de Mirecourt, 88500 Mirecourt*
*** INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière Saint-Gilles, 35590 L'Hermitage*

Chez le jeune veau, le réflexe de fermeture de la gouttière œsophagienne permet au lait de transiter directement dans la caillette. Ce réflexe existe chez les veaux de race à viande allaités, mais peut aussi être entretenu chez les veaux laitiers sevrés précocement recevant des suppléments liquides (buvées) non lactés (GUILHERMET *et al.*, 1975). La distribution d'une buvée pourrait permettre d'améliorer l'état nutritionnel et les performances des veaux d'élevage (GUILHERMET, 1976, 1977, 1980).

L'aliment d'allaitement étant un produit assez coûteux, des produits solubles (lactosérum, tourteau de soja...), dont l'utilisation digestive et l'équilibre nutritionnel sont satisfaisants chez les veaux âgés d'un mois au moins, peuvent lui être substitués. Une amélioration des gains de poids vif dans le jeune âge peut être intéressante dans le cas de productions précoces (vêlage à 2 ans des génisses laitières, par exemple).

Les deux essais réalisés à l'INRA de Mirecourt ont eu pour objet de préciser les conditions d'utilisation et l'intérêt de la distribution d'une buvée pour les génisses et mâles d'élevage.

Matériel et méthode

Au départ, le principe de l'expérience (tabl. 1) a été de distribuer la buvée en remplacement de l'aliment d'allaitement (essai I, période 1) et de l'aliment concentré (essai I, période 2) sur la base de la matière sèche. Ensuite, la buvée a été distribuée en plus de l'aliment d'allaitement ou de l'aliment concentré (essai I, période 3 et essai II). Les veaux ont par ailleurs reçu du foin à volonté.

1. La buvée

La buvée a consisté en 4 kg d'aliment liquide (820 g MS environ) distribués en un repas chaud le matin. Elle a été introduite dans l'alimentation des veaux au cours des semaines 4 et 5 (essai I) ou 7 et 8 (essai II) en transition avec l'aliment d'allaitement.

Dans l'essai I, la buvée a été du lactosérum doux des semaines 4 à 9 puis un mélange d'aliment d'allaitement (1/4) et de lactosérum doux (3/4) jusqu'à sa suppression brutale (23e semaine). Les teneurs en matières azotées totales des buvées ont été respectivement de 16,3 et 17,8 p.100 de la matière sèche.

Dans l'essai II, la buvée (22,5 p.100 MAT/MS) a été un mélange (1/4-3/4) de tourteau de soja soluble (54,2 p.100 MAT/MS) et de lactosérum doux (11,9 p.100 MAT/MS) jusqu'à sa suppression brutale.

2. Les veaux

Les essais I et II ont concerné 64 et 56 veaux pour moitié mâles et génisses issus du troupeau expérimental de vaches Montbéliardes de l'INRA de Mirecourt. Dans les 4 lots (régime, sexe) de chaque essai, les veaux sont répartis selon leur origine paternelle et 10 sont élevés en groupe de 5 têtes constitués au fur et à mesure des naissances. Les autres veaux ont en permanence été alimentés individuellement et ont terminé les essais à 16-17 semaines. Les mâles sont destinés à la production de bœufs de 2 ans et les génisses au vêlage précoce vers 2 ans. Pendant la durée des essais, les veaux ont été maintenus en stabulation paillée.

3. Alimentation

Les veaux ont reçu individuellement le colostrum pendant 3 jours puis le lait de remplacement jusqu'à l'âge de 8 semaines (TROCCON *et al.*, 1983) sauf pour les veaux recevant la buvée dans l'essai I (5 semaines). L'allaitement consistait en un repas chaud par jour à la concentration de 220 g d'aliment d'allaitement par kg de lait de remplacement.

Dès la 3e semaine d'âge, tous les veaux ont eu à leur disposition de l'aliment concentré (1,15 UFL/kg MS, tabl. 1) et du foin (0,6 UFL/kg MS dans l'essai I et 0,67 UFL/kg MS dans l'essai II) à volonté. Les veaux ont eu à leur disposition de l'eau propre et une pierre à lécher apportant des oligoéléments.

TABLEAU 1

Plan de rationnement de l'aliment concentré selon le régime et le sexe

Régime	Essai	Sexe	Aliment concentré (kg/j)			
			Période 1 Naissance à 8 semaines	Période 2 8 à 16 ou 17 semaines	Période 3 16-17 semaines à la fin de l'essai	
TEMOIN	I et II	Mâle	45 kg d'aliment d'allaitement	3,5 (maximum)	3,5	
		Génisse	aliment concentré à volonté	2,0 (maximum)	2,0	
BUVEE	I	Mâle	25 kg d'aliment d'allaitement	2,5 (maximum)	3,5	
		Génisse	aliment concentré à volonté	1,0 (maximum)	2,0	
	II	Mâle	45 kg d'aliment d'allaitement	3,5 (maximum)	3,5	pas de buvée
		Génisse	aliment concentré à volonté	2,0 (maximum)	2,0	

4. Mesures

Les quantités ingérées de chaque aliment ont été mesurées chaque jour sauf le foin pour les veaux en alimentation individuelle (sondages aux semaines d'âge 8, 13, 16 ou 17). Les veaux ont été pesés à la naissance puis à âge type (sevrage, 16 ou 17 semaines, fin d'essai).

Les gains de poids vif des veaux de l'essai I ont été analysés selon un factoriel 2 régimes × 2 sexes × 2 origines paternelles. En revanche, l'analyse a été réalisée séparément par sexe dans l'essai II selon un factoriel 2 régimes × 2 origines paternelles.

Résultats

1. La buvée ne peut pas remplacer l'aliment d'allaitement.

Le remplacement (essai I, période 1) de l'aliment d'allaitement par du lactosérum doux dès les 4e-5e semaines d'âge a réduit la quantité ingérée d'aliment concentré avant 8 semaines d'âge de 60 à 70 p.100, le gain de poids vif de la naissance à 8 semaines de 173 g/j ($P < 0,001$) et le poids vif à 8 semaines de 8,6 kg ($P < 0,001$). La consommation de foin a été accrue de 25 p.100 (2,2 kg).

2. La buvée a remplacé l'aliment concentré.

Le remplacement partiel de 1 kg d'aliment concentré par la buvée (essai I, mâles et génisses entre 8 et 16 semaines) n'a pas eu d'effet sur la quantité de matière sèche totale ingérée ni sur le gain de poids vif (tabl. 2).

Par ailleurs, les veaux mâles de l'essai II ont totalement substitué la buvée à l'aliment concentré mais ont accru leur consommation de foin de 36 p.100 sans modification du gain de poids vif. La proportion de foin dans la ration solide a augmenté : + 10 à 17 p.100 (tabl. 2).

3. La buvée en plus de l'aliment concentré accroît les performances des veaux.

Dans la période 3 de l'essai I, la consommation de la buvée en plus de la ration classique d'aliment concentré a accru le gain de poids vif des mâles et des génisses de 169 g/j ($P < 0,001$). Dans la période 2 de l'essai II, Les génisses ont vu leur gain de poids vif accru de 138 g/j ($P < 0,01$). Cependant, la quantité de matière sèche totale ingérée a été peu modifiée : diminuée dans l'essai I et augmentée dans l'essai II. En fait, la buvée (42,5 kg MS) s'est peu substituée à l'aliment concentré (- 9 kg MS) et beaucoup au foin (- 36,3 kg MS). Les proportions de foin dans la ration solide ont diminué : - 7 à - 13 p.100. Les veaux ont d'autant plus consommé d'aliment concentré qu'ils étaient âgés et en recevaient une quantité faible. L'augmentation du gain de poids vif est d'autant plus forte que la buvée se substitue moins à l'aliment concentré (tabl. 3).

4. Dans nos essais, la buvée n'améliore pas les performances des veaux.

Les quantités de matière sèche ingérée ont été peu modifiées par les régimes. Dans l'essai I, les veaux des 2 régimes ont finalement consommé une quantité voisine d'aliment d'allaitement (- 10 p.100 avec la buvée). Dans l'essai I, les poids vifs des mâles et des génisses à la fin de l'essai sont identiques avec ou sans buvée. Dans l'essai II, les veaux ayant reçu la buvée sont plus lourds que les témoins après la période 2 (tabl. 4).

Cependant, la suppression brutale de la buvée a provoqué une chute du gain de poids vif au cours du mois suivant. Dans l'essai I, les mâles ont perdu 10,7 kg de poids vif par rapport aux témoins et les génisses 15,6 kg. Dans l'essai II, les mâles ont perdu 6,1 kg par rapport aux témoins alors que les génisses ont eu le même faible gain de poids vif.

TABLEAU 2

Influence du remplacement de l'aliment concentré par la buvée sur les performances des veaux d'élevage

Essai	Sexe	Période	Régime	Quantités ingérées (kg MS)			Gain de poids vif (kg)
				Buvée	Aliment concentré	Foin	
I	Mâle	2	Témoin Buvée	- 47,1	133,3 76,2	46,3 43,8	1000 ± 167 1004 ± 113
II	Mâle	2	Témoin Buvée	- 49,9	161,9 115,8	33,7 46,0	1132 ± 200 1141 ± 123
I	Génisse	2	Témoin Buvée	- 45,9	87,3 41,5	66,3 61,9	752 ± 112 736 ± 132
Différences moyennes (buvée - témoin)				47,6	- 49,6	+ 1,8	-

TABLEAU 3

Influence de la buvée sur les performances des veaux d'élevage recevant la même quantité d'aliment concentré

Essai	Sexe	Période	Régime	Quantités ingérées (kg MS)			Gain de poids vif (g/j)
				Buvée	Aliment concentré	Foin	
I	Mâle	3	Témoin Buvée	- 39,7	140,1 130,2	87,9 51,2	1130 ± 112 1487 ± 134
I	Génisse	3	Témoin Buvée	- 38,2	80,0 78,0	93,1 53,8	822 ± 107 1002 ± 179
II	Génisse	2	Témoin Buvée	- 49,7	107,1 91,9	79,9 49,1	846 ± 149 984 ± 123
Différences moyennes (buvée - témoin)				42,5	- 9,0	- 36,3	158

Les poids de carcasse froide des bœufs à l'abattage (316 et 310 kg respectivement pour les mâles des essais I et II) n'ont pas été différents selon le régime dans le jeune âge. Un plus grand nombre de génisses témoins a vêlé à 2 ans (13 contre 7 sur 16) dans l'essai I mais pas dans l'essai II (11 sur 14 et 10 sur 12 respectivement pour les régimes témoin et buvée).

Par ailleurs, si la santé des veaux a été satisfaisante dans l'ensemble, un changement de lactosérum a provoqué la mort de 2 génisses et le retrait de l'expérience de 3 veaux dans l'essai II. Le lactosérum acide livré au lieu de lactosérum doux a provoqué des météorisations du rumen et des refus de la buvée pendant le temps de sa distribution (2 semaines). Enfin, les veaux supplémentés ont présenté des fèces liquides 8 à 9 heures après la distribution de la buvée sans conséquence sanitaire néfaste.

TABLEAU 4

Influence de la buvée sur les performances des veaux d'élevage

ESSAIS		I				II			
SEXE		Mâle		Génisse		Mâle		Génisse	
REGIME		Témoin	Buvée	Témoin	Buvée	Témoin	Buvée	Témoin	Buvée
Effectif	Au sevrage.....	16	16	16	16	14	14	14	14
	jusqu'à 4 mois.....	16	16	16	16	14	12	14	11
	jusqu'à 5 mois.....	10	10	10	10	9	8	10	7
Quantités ingérées (kg MS)	Colostrum (kg).....	14,4	12,7	13,2	12,8	13,7	13,0	12,8	13,9
	Aliment d'Allaitement	45,8	40,1	46,2	40,4	44,6	45,0	46,1	46,2
	Lactosérum.....	-	92,9	-	91,1	-	42,0	-	41,4
	Tourteau de soja....	-	-	-	-	-	16,2	-	15,5
	Aliment concentré...	289,5	213,2	179,4	123,0	263,4	213,1	171,3	151,7
	Foin de prairie naturelle	141,5	105,5	167,0	122,4	80,5	99,1	160,4	118,0
Poids vif (kg)	à la naissance.....	45,4 ± 4,7	46,1 ± 4,6	41,6 ± 5,0	43,1 ± 4,5	48,5 ± 4,1	48,1 ± 6,6	42,7 ± 6,8	44,8 ± 4,9
	au sevrage.....	92,0 ± 6,6 *	84,4 ± 8,2	85,4 ± 6,4 *	75,8 ± 8,0	92,7 ± 6,5	97,6 ± 10,8	86,7 ± 6,6	88,2 ± 8,5
	à 16 ou 17 semaines.	148,2 ± 11,3**	141,7 ± 13,0	127,9 ± 10,1**	117,7 ± 11,7	163,7 ± 16,6**	170,8 ± 11,6	140,0 ± 13,2**	151,3 ± 11,4
	à 23 ou 21 semaines.	209,4 ± 14,6	214,9 ± 8,6	166,7 ± 15,9	164,2 ± 20,0	207,1 ± 16,8	203,3 ± 8,7	161,1 ± 17.5	172,4 ± 13,2
Gain de poids vif (g/j)	naissance - sevrage.	832 ± 78 *	663 ± 108	783 ± 75 *	585 ± 113	788 ± 63 •	878 ± 109	782 ± 123	790 ± 117
	sevrage - 16 ou 17 semaines	1000 ± 167	1004 ± 113	752 ± 112	736 ± 136	1132 ± 200	1141 ± 123	846 ± 149 •	984 ± 123
	16-17 sem. 23-21 semaines	1330 ± 112 *	1487 ± 134	822 ± 107 *	1002 ± 179	1310 ± 149 •	1094 ± 260	625 ± 208	612 ± 199
	naissance - fin de l'essai	1036 ± 91	1052 ± 52	779 ± 86	755 ± 107	1075 ± 110	1045 ± 60	814 ± 105	876 ± 73

Fin de la période 2 (16 semaines dans l'essai I et 17 semaines dans l'essai II). Fin de la période 3 (23 semaines dans l'essai I et 21 semaines dans l'essai II).

* *P < 0,001* ** *P < 0,01* • *P < 0,05*

Conclusion

La buvée distribuée aux veaux d'élevage transite directement dans la caillette et ils en acceptent bien la distribution prolongée. Le maintien du réflexe de fermeture de la gouttière œsophagienne chez un ruminant présente un intérêt physiologique certain. Cependant, l'intérêt pratique de cette technique est limité d'autant que la préparation liquide est plus exigeante en main d'œuvre et nécessite des produits solubles dans l'eau.

Avant 8 semaines, le remplacement de l'aliment d'allaitement par une buvée trop simplifiée (lactosérum) ne peut pas être compensé par la consommation d'aliments solides. Le gain de poids vif a été rétabli par l'introduction d'aliment d'allaitement dans la buvée après 8 semaines. La buvée doit avoir son équilibre propre (énergie, azote) susceptible d'évoluer dans le temps (GUILHERMET *et al.*, 1980).

Après 8 semaines, la buvée à base de lactosérum se substitue totalement à l'aliment concentré. Le gain de poids vif n'est pas amélioré alors qu'il l'est par le remplacement de l'aliment concentré par de l'aliment d'allaitement (KEANE et HARTE, 1982 ; VERMOREL *et al.*, 1980). Le remplacement du foin par la buvée est moins efficace que celui de l'herbe affouragée par le lait entier (+ 65 g par kg ; LE NEINDRE, 1976).

La suppression de la buvée doit être progressive (sevrage) même chez les veaux âgés de 17 à 23 semaines. Les veaux qui reçoivent la buvée mangent moins d'aliments solides et ont un tube digestif (contenant et contenu) moins développé (GUILHERMET, non publié). La distribution temporaire d'un supplément d'aliment concentré est alors préférable, voire nécessaire.

Ces restrictions montrent le faible intérêt de la distribution d'une buvée dans le cas d'animaux destinés à l'élevage.

Références bibliographiques

GUILHERMET R.., COROLLER J.Y., TOULLEC R., 1980. Effet d'un apport postruminal d'énergie ou d'énergie et de protéines sur la prise alimentaire chez le veau préruminant . *Reprod. Nutr. Dév.*, **20,** (50), 15-19.

GUILHERMET R., MATHIEU C.M., TOULLEC R., 1975. Transit des aliments liquides au niveau de la gouttière œsophagienne chez le veau préruminant et ruminant. *Ann. Zootech.*, **24,** 69-79.

GUILHERMET R., PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., 1976. Influence de la distribution sous forme solide ou liquide d'un supplément riche en protéines chez le veau ruminant. *Ann. Zootech.*, **25,** 281-286.

GUILHERMET R., PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., PARUELLE J.L., 1977. Utilisation de la gouttière œsophagienne pour éviter la dégradation dans le rumen de mélanges de lactose et de caséine chez le veau préruminant. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **17,** 543-547.

KEANE M.G., HARTE F.J., 1982. Supplementation of grass-fed calves. *Ir. J. agric. Res.*, **21,** 105-127.

LE NEINDRE P., PETIT M., MULLER A., 1976. Quantités d'herbe et de lait consommées par des veaux au pis. *Ann. Zootech.*, **25,** 521-531.

TROCCON J.L., PARRASSIN P.R., BONY J., 1983. Lait de remplacement rationné ou à volonté pour veaux d'élevage. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **51,** 53-56.

VERMOREL M., BOUVIER J.C., GEAY Y., 1980. Utilisation de l'énergie des aliments par le veau ruminant. Influence de l'apport de lait, du niveau d'alimentation et de l'âge du veau. *Ann. Zootech.*, **22,** 65-86.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 31-37

Conservation d'ensilages à base de trèfle violet et utilisation par des vaches laitières

J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU, J. BONY, J. ROUEL

Laboratoire des Aliments

Il existe encore très peu de résultats français sur l'utilisation d'ensilages de trèfle violet par les vaches laitières. Les essais cités par DEMARQUILLY *et al.* (1982) avaient été réalisés sur le domaine d'Orcival de 1972 à 1975 et concernaient pour partie des mélanges trèfle violet - fléole. Nous y reviendrons rapidement.

A la même époque, CASTLE et WATSON (1974) avaient réalisé 9 ensilages de trèfle violet pur et concluaient que l'ensilage de trèfle se conservait bien et était ingéré en quantité élevée par les vaches laitières, à condition d'être ressuyé (à environ 24 p.100 de MS) et d'être récolté en brins de 2 cm avec au moins 2,3 l d'acide formique par tonne. Malheureusement, ces auteurs ont toujours distribué des quantités de concentré élevées, ne permettant pas de valoriser au mieux l'ensilage.

En 1981, nous avons de nouveau implanté une prairie de trèfle violet et, de 1982 à 1984, nous avons réalisé 6 ensilages destinés à l'alimentation de vaches laitières. La qualité de conservation de tous ces ensilages et, pour certains, les quantités ingérées par les vaches et les performances correspondantes ont été mesurées. Nous avons, en outre, réalisé des rations mixtes avec des repousses et des ensilages de maïs et de pulpe de betteraves.

Rappel des essais réalisés de 1972 à 1975

En 1971, nous avions implanté une prairie de trèfle violet à Orcival (Puy-de-Dôme, 1000 m d'altitude). En 1972, le fourrage récolté au premier cycle était pratiquement pur. Il a été ensilé au début floraison avec une ensileuse à coupe fine et additionné de 3,5 l d'acide formique par tonne. Il a été distribué ensuite à 8 vaches laitières multipares de race Montbéliarde et Frisonne avec une petite quantité de maïs grain broyé et aggloméré (résultats non publiés).

En 1973, de très nombreuses plantes de fléole ont repoussé dans le trèfle. Nous avons donc récolté des mélanges trèfle - fléole, au premier cycle (fléole dominante) et au second cycle (trèfle dominant). Les ensilages ont été distribués également à des vaches laitières (essais 1 et 2 ; DULPHY et DEMARQUILLY, 1975 a).

En 1974, nous avons de nouveau récolté le premier et le second cycles. La fléole était toujours présente, mais dans chaque cas le trèfle était dominant. L'ensilage du premier cycle a été distribué avec des pulpes de betteraves déshydratées à des vaches laitières (DULPHY et DEMARQUILLY, 1975b) alors que l'ensilage de second cycle l'était avec du maïs (essai 4 de DULPHY et DEMARQUILLY, 1975a).

Les résultats de cette suite d'essais sont rapportés dans les tableaux 1 et 2. Ils seront commentés avec ceux obtenus plus récemment.

Essais réalisés de 1982 à 1984

1. Conditions expérimentales

Les principales conditions dans lesquelles ont été récoltés les fourrages dans cette deuxième série d'essais sont données dans le tableau 3. Tous les ensilages ont été préparés avec une ensileuse automotrice à coupe fine et ont reçu un conservateur. Ils ont été parfois ressuyés pour limiter les pertes de jus en silo. Malheureusement, l'opération de ressuyage a entraîné une contamination du fourrage par de la terre. Le fourrage de troisième cycle en 1983 a également été contaminé. Cette contamination regrettable a été la conséquence d'une pullulation de campagnols terrestres.

TABLEAU 1

Composition chimique et valeur alimentaire des ensilages étudiés entre 1972 et 1975

		1972 - 1973	1973 - 1974		1974 - 1975	
		1° cycle pur début floraison	1° cycle mélange trèfle - fléole	2° cycle mélange trèfle - fléole	1° cycle mélange trèfle - fléole	2° cycle mélange trèfle - fléole
Composition chimique à la récolte						
% MS		15.1	15.5	19.7	16.9	16.9
MAT	g/kg de MS	175	160	175	152	187
MM	g/kg de MS	82	86	107	82	99
CB	g/kg de MS	209	275	197	240	169
Composition chimique au désilage						
% MS		23.1	22.4	24.1	22.8	22.4
MAT	g/kg de MS	177	151	186	167	187
MM	g/kg de MS	71	63	94	70	91
CB	g/kg de MS	286	285	229	268	247
Caractéristiques fermentaires						
pH		3.87	3.74	4.10	4.00	3.83
N - NH_3	% N total	5.8	5.0	7.0	6.6	3.1
N. sol.	% N total	50	53	37	35	27
Acide lactique	en g/kg de MS	65	60	60	61	49
- acétique	en g/kg de MS	16	13	17	27	10
- propionique	en g/kg de MS	0.1	0.2	1.3	2.1	0
- butyrique	en g/kg de MS	0	0.2	7.4	2.9	0
Alcools	en g/kg de MS	7	11	8.6	28	6
Valeur mesurée sur moutons						
- Ingestibilité (g MS/kg $P^{0.75}$)		59.4	48.9	55.6	65.8	65.7
- Digestibilité de la MO (%)		65.6	69.1	66.3	65.5	61.4
- UFL/kg de MS		0.77	0.79	0.76	0.76	0.70
- MAD	g/kg de MS	127	103	114	103	107
- PDIN	g/kg de MS	107	91	115	103	117
- PDIE	g/kg de MS	86	81	99	96	104

Quatre des six ensilages ont fait l'objet de contrôles d'ingestion sur des vaches laitières dont les performances ont été enregistrées : deux ont constitué le seul fourrage de la ration de base et deux ont été associés à des ensilages pauvres en azote pour constituer des rations de base « équilibrées » en énergie et en azote. Les mesures ont été effectuées soit en début de lactation, soit en milieu de lactation, sur des lots différents d'animaux.

Les rations de base ont été distribuées à volonté. Pour le régime mixte trèfle - maïs, c'est le trèfle qui était limité et l'ensilage de maïs à volonté, les deux aliments étant distribués à des moments différents de la journée et de manière à ce que les animaux consomment, en matière sèche, des quantités à peu près équivalentes de chacun des deux ensilages. Pour le régime mixte trèfle - pulpe, c'est la pulpe qui était limitée mais, par rapport au trèfle, les animaux l'ont peu appréciée. Avec ce dernier régime, on a distribué 1 kg de foin aux vaches pour éviter des ennuis digestifs.

Lors de tous les contrôles, les animaux ont reçu un aliment concentré équilibré pour la production de lait, des minéraux et des vitamines. Le concentré a été ajusté en début d'essai en tenant compte de la quantité de lait couverte, théoriquement par la ration de base, et de la production de lait prise au même moment et corrigée ensuite en supposant une diminution hebdomadaire de 2 p.100 chez les multipares et 1,5 p.100 chez les primipares.

2. Résultats

. *Composition chimique des ensilages*

La composition des fourrages à la mise en silo, puis au désilage figure dans le tableau 4, pour cette deuxième série d'essais. Les fourrages correspondants sont plus riches en matières azotées et plus pauvres en cellulose brute que lors de la première série d'essais, grâce à la présence d'une proportion plus faible de graminées et à un stade de récolte un peu plus précoce. Par ailleurs, les teneurs en cendres relativement élevées montrent bien que trois ensilages ont été fortement contaminés par de la terre.

TABLEAU 2

Ingestion, production laitière et bilans nutritifs des vaches dans les essais 1972-1975

	72 - 1 Trèfle 1° cycle	73 - 1 Trèfle-Fléole 1° cycle	73 - 2 Trèfle-Fléole 2° cycle	74 - 1 Trèfle-Fléole 1° cycle	74 - 2 Trèfle-Fléole 2° cycle
ANIMAUX	8 multipares	12 primipares 12 multipares	3 primipares 21 multipares	3 primipares 6 multipares	4 primipares 12 multipares
Quantités ingérées (kg MS/jour)					
- Ensilage	13.44	11.62	13.55	12.14	13.5
- Concentré	2.75 (maïs)	2.85 (maïs)	2.46 (maïs)	4.24 (pulpe)	3.04 (maïs)
Total	16.19	14.47	16.01	16.38	16.54
Production et composition du lait					
- Lait brut (kg/jour)	20.1	18.3	20.0	19.7	21.2
- Lait à 4 % de M.G. (kg/jour)	17.9	17.1	18.3	18.2	19.5
- Taux butyreux (°/₀₀)	33.0	35.9	34.6	35.4	35.0
- Taux azoté (°/₀₀)	30.9	31.9	29.7	29.7	30.1
Persistance lait brut (°/₀)	89.7	90.4	96.3	93.3	94.6
Poids vif moyen (kg)	625	560	591	588	590
Variation du poids vif (g/jour)	+ 150	+ 113	+ 39	- 6	+ 20
(jours)	(84)	(63)	(42)	(91)	(70)
Valorisation en UFL/kg MS	0.74	0.77	0.73	0.70	0.71
Production de lait à 4 % permise par l'ensilage (kg)	11.0	9.7	11.4	8.2	10.8
Valeur en UEB/kg MS de l'ensilage	1.03	1.09	1.01	1.03	1.01

TABLEAU 3

Conditions expérimentales des essais sur trèfle violet entre 1982 et 1984

	1982 - 1983			1983 - 1984		
	1° cycle	2° cycle	3° cycle	1° cycle	2° cycle	3° cycle
Date de récolte	14 - 15 juin	26 - 27 juillet	1 - 2 septembre	20 - 21 juin	28 - 29 juillet	5 - 7 septembre
Stade	Début floraison	Début floraison	37 jours de repousses	Début bourgeonnement	Floraison	39 jours de repousses
Conditionnement	.Ensilage direct + 3,8 l/t de Norsil F . Présence de graminées	.Ensilage ressuyé 1 j. + 3,1 l/t de Norsil F . Trèfle pur	.Ensilage direct + 4,2 l/t de Norsil F . Trèfle pur	.Ensilage ressuyé 1 j. + 3,6 l/t de Norsil F . Présence de graminées	.Ensilage direct + 3,6 l/t de Ensipron . Trèfle pur	.Ensilage direct + 2,4 l/t de Ensipron . Trèfle pur
Conditions climatiques	Temps froid couvert	Temps couvert . Terre	Temps couvert frais	Temps nuageux correct . Terre	Temps chaud	Temps correct . Terre
Animaux	10 vaches laitières (Ho) adultes	Ensilage non distribué à des vaches expérimentales	10 vaches laitières (Ho) adultes	8 vaches laitières (Ho) adultes	8 vaches laitières (Ho) adultes	Ensilage non distribué à des vaches expérimentales
Stade lactation	début lactation		milieu de lactation 6-8 semaines après vêlage	début / milieu lactation	milieu de lactation 6-8 semaines après vêlage	
Durée de l'essai (semaines)	6		9	6 / 8	6	
Seuil de complémentation (kg lait)	/		18.2	/ 11	17.0	
Contrôles d'ingestion	individuels		en lot	individuels	en lot	
Ration de base	Ens. trèfle seul		Ens. trèfle + ens. de maïs	Ens. trèfle seul	Ens. trèfle + ens. de pulpe	

Pour l'ensemble des 11 ensilages de trèfle étudiés, les teneurs en MAT et CB ont été en moyenne respectivement de 185 et 204 g/kg de MS à la mise en silo et de 191 et 237 g de MS au désilage.

. *Caractéristiques fermentaires*

Dans la deuxième série d'essais, les deux ensilages réalisés au 1° cycle n'ont pas été très correctement conservés et la qualité de conservation du 3° cycle en 1983 a été particulièrement mauvaise. Si on retire ce dernier, les caractéristiques moyennes de conservation des 10 autres ensilages sont :

pH	=	4,00	±	0,17
N-NH_3 % N total	=	5,4	±	1,6
Acide lactique	=	64	±	14 g/kg de MS
Acide acétique	=	17	±	5 "
Acide propionique	=	0,66	±	0,69 "
Acide butyrique	=	3,4	±	4,6 "
Alcools	=	8,7	±	7,2 "

Malgré une certaine dispersion, ces résultats sont relativement bons.

Par ailleurs, la teneur en azote soluble a été plutôt faible : 35 ± 10 p.100 N sol. / N total, en particulier lorsque la proportion de trèfle dans le fourrage récolté a été élevée.

. *Valeur alimentaire*

Dans la 2ème série d'essais, seul l'ensilage du 1° cycle en 1983 a été distribué aux moutons. Les résultats ont été les suivants :

Ingestibilité	=	49,3 g de MS / kg $P^{0,75}$
Digestibilité de la MO	=	69,6 p.100
UFL	=	0,77 g / kg de MS
MAD	=	87 g / kg de MS
PDIN	=	106 } g / kg de MS
PDIE	=	101 }

Les valeurs énergétiques des 5 ensilages de la première série d'essais étaient plutôt faibles : 0,76 UFL / kg de MS en moyenne.

Notons que la teneur en matières azotées non digestibles (MAND) des 6 ensilages étudiés sur moutons a été très élevée : 66 g / kg de MS.

. *Quantités ingérées par les vaches laitières*

Les quantités d'ensilage ingérées par les vaches ont toujours été élevées (tabl. 2 et 5). Cela se traduit par des faibles valeurs d'encombrement (1,03 en moyenne) des 6 ensilages distribués seuls en milieu de lactation. Quant aux rations mixtes, elles atteignent des niveaux d'ingestion très élevés avec des valeurs d'encombrement très faibles (0,84).

. *Production laitière*

Entre les 2 séries d'essais, la production laitière est passée de 20 kg de lait environ à 25 - 30 kg. Cela traduit simplement une augmentation du potentiel laitier de nos animaux au cours de ces 10 dernières années. Les valeurs des persistances de production de lait brut on été correctes, parfois élevées, indiquant une évolution normale des lactations en cours d'étude.

. *Variation de poids*

Il n'y a pas eu de problèmes particuliers dans les essais anciens. Par contre, lors de la seconde série d'essais, les vaches ont perdu du poids dans 3 cas. Dans deux cas, il s'agissait de contrôles en début de lactation : perte de 20 kg en 6 semaines en 1982, ce qui est faible, mais de 56 kg en 1983, ce qui est élevé. De plus, avec le régime mixte trèfle - pulpe, la perte de poids a été anormalement élevée en milieu de lactation : 13 kg en 6 semaines, mais la durée de contrôle est trop courte pour que la valeur trouvée soit précise.

. *Utilisation de l'énergie des ensilages*

Dans la première série d'essais les besoins azotés, exprimés en PDI ont été couverts, sauf pour le second ensilage : couvertures respectives des besoins de 104, 96, 123, 123 et 128 p.100. On peut donc calculer la « valorisation énergétique » de chaque kg de MS d'ensilage ingéré à partir des performances. Elle a été en moyenne de 0,73 UFL / kg de MS, contre 0,76 UFL d'après les mesures sur moutons. Ces valeurs concordent donc relativement bien.

Dans la deuxième série d'essais les valeurs trouvées en début de lactation ont peu de signification car il est alors pratiquement impossible d'estimer les besoins des animaux. Notons simplement une tendance à une très faible valorisation de l'ensilage de 1° cycle en 1983, contrairement à 1982, à cause d'une très forte perte de poids, dont on comprend mal l'ampleur. Mais ce même ensilage n'a pas été très bien valorisé en milieu de lactation (-0,09 UFL / kg de MS par rapport aux moutons).

Enfin la « valorisation » des régimes mixtes a été mauvaise, malgré des apports largement excédentaires de PDI (respectivement 132 et 151 p.100 des besoins) : 0,75 UFL / kg de MS contre 0,85 attendue pour le trèfle + maïs et surtout 0,59 contre 0,89 attendue pour le trèfle + pulpe. Dans ces conditions, le premier régime mixte a permis de couvrir les besoins d'entretien et ceux de 18 kg de lait, mais le second seulement 11 kg de lait contre une vingtaine attendue.

. *Pertes en cours de conservation*

Les onze silos ont été contrôlés au cours des 2 séries d'essais (tabl. 6). Pour une teneur moyenne de 17 p.100 de MS à la mise en silo les pertes sous forme de jus, de gaz et d'inconsommable ont été, respectivement 10,9 p.100, 10,6 p.100 et 3,6 p.100, soit au total 25,1 p.100 contre 24, 9 p.100 pour 43 bilans effectués à Orcival sur des ensilages de graminées principalement dont les résultats sont publiés par ailleurs (DULPHY, 1976).

En ce qui concerne les contrôles présentés ici, on constate des pertes assez élevées (presque 32 p.100) pour les 3 fourrages les plus humides et des pertes moyennes (21 p.100) pour 5 fourrages à 17 - 18 p.100 de MS à la mise en silo. Par contre, 2 ensilages ont eu des pertes anormalement élevées en 1973 à cause d'une proportion importante d'inconsommable.

3. Discussion et conclusion

Nous avons confectionné au total 11 ensilages à base de trèfle violet au cours de deux séries d'essais. Bien que certains aient été perturbés par la présence de graminées ou de terre, on peut tirer quelques conclusions sur l'intérêt de l'ensilage du trèfle violet.

Il se confirme tout d'abord que le trèfle a une assez bonne aptitude à l'ensilage (cf. DEMARQUILLY *et al.*, 1982). Dans des conditions de récolte normales un hachage fin (2 - 3 cm) et l'addition d'un conservateur acide efficace à la dose seulement de 3,5 l / t permettent d'obtenir une bonne conservation.

TABLEAU 4

Composition chimique et valeur alimentaire des ensilages étudiés au cours de la deuxième série d'essais

		1982 - 1983				1983 - 1984			
		Ensilage de trèfle			Ensilage de maïs	Ensilage de trèfle			Ensilage de pulpe de betterave
		1° cycle	2° cycle (ressuyé)	3° cycle		1° cycle (ressuyé)	2° cycle	3° cycle	
Composition chimique à la récolte :									
% MS		16.7	20.6	14.1	–	20.8	22.8	24.4	
MAT	g/kg de MS	160	202	238	–	168	194	220	
MM	g/kg de MS	89	149	118	–	126	93	146	
CB	g/kg de MS	264	173	140	–	197	205	172	
Glucides solubles	g/kg de MS	58	59	76	–	–	–	–	
Composition chimique au désilage :									
% MS		21.8	26.1	20.7	38.8	26.3	25.9	23.9	19.1
MAT	g/kg de MS	167	213	255	80	170	210	219	102
MM	g/kg de MS	80	158	104	58	120	80	–	69
CB	g/kg de MS	286	194	175	195	211	215	–	–
Caractéristiques fermentaires :									
pH		4.28	4.15	3.97	4.10	4.14	3.96	5.13	3.75
N - NH_3 % N total		8.3	5.0	3.6	6.1	5.9	4.0	14.7	5.7
N. sol. % N total		38.0	24.0	27.7	43.0	29.5	28.7	34.1	19.3
Acide lactique	g/kg de MS	56	86	91	40	54	56	12	27
– acétique	g/kg de MS	16	22	14.6	12.7	22.5	10.8	34.8	34.5
– propionique	g/kg de MS	1	1	0.1	0.2	0.7	0.03	5.2	2.8
– butyrique	g/kg de MS	12.9	1.9	0.1	0.6	8.4	0.03	32.8	13.7
Alcools	g/kg de MS	8.8	4.1	3.9	5.0	5.8	3.4	7.9	11.6

TABLEAU 5

Ingestion, production laitière et bilans nutritifs des vaches dans les essais 1982-1984

	1982 - 83 1° cycle	1982 - 83 3° cycle	1983 - 84 1° cycle		1983 - 84 2° cycle
Stade de lactation	Début	Milieu	Début	Milieu	Milieu
Quantités ingérées (kg MS)					
– ensilage de trèfle	11.13	9.40	10.14	12.48	11.42
– autre ensilage	–	7.92 (maïs)	–	–	4.84 (pulpe)
– foin	0.83	–	–	–	0.87
– concentré	6.79	2.74	6.67	7.86	4.36
– total	18.75	20.06	16.81	20.34	21.49
Production et composition du lait					
– lait brut	31.5	25.4	28.2	30.1	25.8
– lait à 4 % de M.G	30.2	23.7	27.3	27.2	25.2
– taux butyreux	37.9	34.7	38.0	33.8	38.5
– taux azoté	29.1	29.9	32.7	27.8	30.4
– matières grasses produites	1194	880	1054	1016	984
– matières azotées produites	917	759	903	836	777
– persistance (lait brut) %	–	89.9	–	–	90.7
Poids vif moyen (kg)	605	593	631	611	601
Variation du poids vif (g/jour)	– 472	+ 179	– 1326	0	– 300
Valorisation en UFL/kg de MS	(0.78)*	0.75	(0.52)*	0.68	0.59
Production de lait à 4 % permise par l'ensilage (kg)	(8.5)	18.4	(0)	8.0	10.7
Valeur en UEB/kg MS de l'ensilage	–	0.86	–	1.04	0.82

( )* : valeurs indicatives car calculées en début de lactation.

TABLEAU 6

Pertes en cours de conservation

Année	Cycle	% MS à la mise en silo	Pertes MS en % MS ensilée			
			Jus (estimation)	Gaz	Inconsommable	Total
1972	1°	15.1	15.8	12.6	3.8	32.2
1973	1°	12.7	21.0	8.8	2.1	31.9
	1°	18.1	8.4	8.0	1.8	18.2
	2°	18.7	9.6	14.8	6.0	30.4
	3°	20.8	6.8	11.7	8.5	27.0
1974	1°	16.9	9.9 (pesée)	10.3	2.9	23.1
	2°	17.1	9.3	8.2	4.0	21.5
	2°	17.3	9.6	8.9	4.3	22.8
1982	1°	16.7	9.0	10.2	1.7	20.9
	2°	20.6	7.0	7.9	2.4	17.3
	3°	14.1	13.6	15.4	2.5	31.5

Le trèfle violet, sauf par temps très sec pour les repousses, est riche en eau, ce qui entraîne des pertes par jus élevées. CASTLE et WATSON (1974) recommandent donc de ressuyer le fourrage à 24 p.100 de MS. En l'absence de taupinières et à condition que le fourrage ne reste pas longtemps sur le champ (DULPHY *et al.*, 1984), il est probable que cette technique permette de diminuer les pertes par jus et la quantité de conservateur à utiliser par hectare (cf. LIENARD et DULPHY, 1981).

La digestibilité des ensilages réalisés a été relativement faible par rapport aux valeurs citées pour le fourrage vert (DEMARQUILLY *et al.*, 1982). A des causes déjà citées (présence de graminées, stade de récolte parfois tardif) il faut ajouter l'importance des pertes par jus qui peut, en outre, aussi faire nettement diminuer la digestibilité (DEMARQUILLY *et al.*, 1982).

Tous les auteurs s'accordent pour dire que le trèfle violet est très bien ingéré. Nos observations le confirment, malgré les problèmes rencontrés. La valeur d'encombrement de 1,04 citée dans les Tables INRA (1978) est probablement légèrement surestimée pour l'ensilage du 1° cycle au stade bourgeonnement, car les fourrages contiennent des graminées et étaient récoltés à un stade un peu plus tardif. Notons que les repousses de trèfle ont des valeurs d'encombrement très faibles (1,01 UEB / kg de MS dans la première série d'essais pour des fourrages contenant des repousses de fléole ; 0,7 - 0,8 dans la seconde série d'essais pour des repousses de trèfle pratiquement pur).

Au plan énergétique, les ensilages de la première série d'essais ont été correctement utilisés par les vaches. Dans la seconde série, les résultats, sauf peut-être pour le premier ensilage, semblent mauvais. Cela pourrait s'expliquer par le fait que - dans un cas, la digestibilité des rations en début de lactation est parfois inférieure à celle en milieu de lactation (DOREAU, REMOND, 1982) - dans les autres cas, le niveau alimentaire des rations étudiées est très élevé. Nous avons déjà rencontré deux fois ce problème avec des pulpes surpressées de betteraves (DULPHY *et al.*, 1978) et avec des pellicules de soja (DOREAU et DEMARQUILLY, 1981). L'utilisation de ces rations ne pourrait alors être améliorée qu'en les distribuant en quantités limitées, ce qui pose des problèmes pratiques.

Nos observations ne permettent pas de donner une valeur azotée aux ensilages de trèfle violet. CASTLE et WATSON (1974) signalaient qu'elle était plus faible que prévue. THOMAS *et al.* (1972) en revanche ne trouvent pas d'anomalie. Notons simplement une teneur élevée en matières azotées non digestibles dont l'origine nous est inconnue.

En conclusion, la maîtrise des ensilages de trèfle violet est possible. Cependant leur utilisation, seuls ou avec un autre fourrage pauvre en azote, mérite d'être examinée de nouveau, compte tenu des problèmes que nous avons rencontrés à la fois lors de la confection des silos, puis au niveau des performances des animaux.

Références bibliographiques

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1974. Red clover silage for milk production. *J. Br. Grassld. Soc.*, **29**, 101-108.

DEMARQUILLY C., RAYMOND F., DEDENON N., 1982. Valeur alimentaire et utilisation par les ruminants de la luzerne et du trèfle violet. *Fourrages*, **90**, 181-248.

DOREAU B., DEMARQUILLY C., 1981. Valeur nutritionnelle des pellicules d'oléagineux pour les ruminants. CAAA : nouvelles techniques et nouveaux produits à partir des oléagineux et des graines de légumineuses. INA-PG, 14 octobre, F1 - F13.

DOREAU M., REMOND B., 1982. Comportement alimentaire et utilisation digestive d'une ration de composition constante chez la vache laitière en fin de gestation et en début de lactation. *Reprod. Nutr. Dev.*, **22**, 307-324.

DULPHY J.P., 1976. Bilan de conservation des ensilages d'herbe. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **25,** 33-34.

DULPHY J.P., BONY J., ANDRIEU J.P., 1978. Utilisation des pulpes de betteraves surpressées par les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **34,** 15-21.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1975 a. Complémentation énergétique des rations à base d'ensilage d'herbe en cours de lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **21,** 31-40.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1975 b. Incorporation de pulpes sèches de betteraves dans l'ensilage d'herbe : utilisation par les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **22,** 45-52.

DULPHY J.P., GAREL J.P., ANDRIEU J.P., ROUEL J., 1984. Intérêt du ressuyage avant la récolte d'ensilages d'herbe destinés à des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **55,** 17-23.

LIENARD G., DULPHY J.P., 1981. Eléments technico-économiques pour le choix d'une méthode de récolte d'ensilage d'herbe. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **44,** 41-51.

THOMAS P.C., CHAMBERLAIN D.G., ALWASH A.H., 1976. Digestion in the stomach and intestines of sheep receiving diets of red clover silage with various supplements. *J. Br. Grassld. Soc.,* **31,** 123-128.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 39-44

Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin

1. Essai d'une préparation injectable administrée à des vaches laitières en fin de gestation et début de lactation

J. BARNOUIN*, S. BAZIN**
avec la collaboration de T. CAILLAUX***, J.P. CHACORNAC*, M. DELACROIX****
P. PLUVINAGE*** et T. SEGRETO****

* *INRA-CRZV Theix, Laboratoire d'Eco-Pathologie, 63122 Ceyrat*
** *ITEB, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12*
*** *COPAVE, 42130 Boen sur Lignon*
*** *Association des Eleveurs des Monts du Lyonnais, 69440 Ste Catherine*

Des apports d'hépatoprotecteurs sont actuellement conseillés chez la vache laitière sous des formes et des voies variées et la consommation de ces substances est en augmentation dans les élevages.

Le foie est en effet rendu responsable chez la vache de divers troubles, principalement de la digestion et de l'appétit, sans qu'un diagnostic précis d'atteinte hépatique ne puisse le plus souvent être posé, surtout en l'absence d'examens complémentaires (BARNOUIN *et al.*, 1983). Cette propension à attribuer au foie, sans aucune certitude, une symptomatologie non spécifique existe aussi en médecine humaine, spécialement en France (la « crise » de foie), et entraîne une importante consommation de médicaments dont l'efficacité n'est pourtant pas prouvée (BERAUD, 1983).

Chez la vache, l'attention a été plus précisément portée depuis quelques années (REID, 1973 ; MORROW, 1976 ; REID et COLLINS, 1980 ; ESPINASSE, 1980) sur la stéatose hépatique en rapport avec une excessive mobilisation en début de lactation des graisses de réserve sous forme d'acides gras libres (AGL), qui viennent alors s'accumuler dans le foie en se transformant en triglycérides. Cette stéatose est considérée comme physiologique tant que les lipides ne constituent pas plus de 20 p.100 du foie (REMESY *et al.*, 1984).

Les conséquences pathologiques éventuelles d'une stéatose importante (jusqu'à 70 p.100 de lipides dans le foie), principalement chutes de consommation, indigestions, non-délivrance et infertilité, ainsi que l'accroissement des risques de stéatose avec l'augmentation du potentiel laitier ont fait mettre l'accent sur les méthodes permettant de préserver l'intégrité fonctionnelle du foie.

Ces méthodes incluent au premier chef une conduite optimum du rationnement (CHILLIARD *et al.*, 1983 ; REMESY *et al.*, 1984) dont l'objectif global est de prévenir une mobilisation trop intense, et donc de réguler l'entrée des AGL dans le foie. En complément à ces méthodes, la fourniture de substances dites hépatoprotectrices est proposée pour prévenir la stéatose (en favorisant la sortie des lipides du tissu hépatique) ou pour assurer plus généralement un bon fonctionnement du foie.

Ces substances sont essentiellement la bétaïne, la méthionine, la choline, le sorbitol, le magnésium, des extraits végétaux (artichaut, boldo, romarin...) et des vitamines du groupe B.

L'intérêt éventuel de l'utilisation des hépatoprotecteurs en élevage laitier repose en fait sur la connaissance de leurs modes d'action ; il est apparu nécessaire de préciser ce point avant d'aborder les résultats expérimentaux, dans la mesure où les mécanismes de l'hépatoprotection ne sont pas abordés de manière synthétique dans la bibliographie.

- *L'action du groupe bétaïne-méthionine-choline est à considérer en premier lieu.* Ces trois substances ont de nombreuses relations métaboliques par l'intermédiaire de transferts entre elles (donneurs-accepteurs) de groupements méthyls ; ainsi, la méthionine intervient dans la synthèse de la choline, qui peut elle-même être convertie en bétaïne, laquelle participe avec la choline à la synthèse de méthionine.

La choline permet, entre autres, la formation au niveau du foie de phospholipides (lécithines) qui sont l'un des constituants des lipoprotéines (DROUIN *et al.*, 1983) ; la méthionine, en tant que donneur de groupements méthyls, est également directement impliquée dans la synthèse de lécithine, en plus de son rôle indirect dans la formation des phospholipides par une action cholinogène précédemment évoquée. Or la formation de lipoprotéines et leur évacuation sanguine constitue la forme de déstockage des graisses accumulées dans le foie sous forme de triglycérides. C'est donc ainsi que des supplémentations en choline, bétaïne ou méthionine (dits facteurs lipotropes) pourraient diminuer la stéatose, par activation de la synthèse de lipo-protéines de type VLDL (Very Low Density Lipoprotein).

Il faut toutefois préciser que les ruminants sont capables de synthétiser la méthionine et la choline (SMITH et CHURCH, 1971) à partir de la microflore du rumen, ce qui les rend *a priori* peu sensibles à des carences par insuffisance d'apports alimentaires. D'ailleurs, d'après SERGHERAERT (1983), le rôle de la carence en méthionine chez le ruminant dans la surcharge graisseuse du foie n'est pas clairement établi, alors que BEST et HUNTSMAN, cités par KROENING et POND (1967), l'ont mis en évidence dès 1932 chez le monogastrique.

DAWSON *et al.* (1981) ont par ailleurs montré que la choline était détruite par action enzymatique 7 fois plus vite chez le rat que chez le mouton (chez lequel la demi-vie de la choline est de 15 jours) ; ceci impliquerait, s'il en est de même chez la vache laitière, une sensibilité beaucoup moins forte des ruminants à des déficits en précurseurs des phospholipides, surtout sur des périodes limitées dans le temps ; or, une stéatose significative (plus de 20 p.100 de lipides dans le foie) ne dure chez la vache, dans la plupart des cas, que 2 à 4 semaines (environ 20 jours d'après ROBERTS *et al.*, 1983).

- *Le sorbitol* a d'abord des propriétés cholagogues, c'est-à-dire favorisantes de l'excrétion de la bile par l'intermédiaire de l'activation de la sécrétion de cholécystokinine par le duodénum. Il est aussi cholérétique (activation de la sécrétion biliaire) par augmentation de la synthèse de pancréozymine dans la muqueuse duodéno-jéjunale.

La bile ayant une fonction de détoxification de l'organisme, le sorbitol pourrait faciliter cette fonction hépatique en augmentant la sécrétion biliaire (THIVEND *et al.*, 1984) : c'est peut-être ce mécanisme, ainsi que l'action bactériostatique de la bile, qui expliqueraient la moindre gravité et les conséquences moindres sur la croissance des diarrhées observées sur des veaux supplémentés en sorbitol (THIVEND, 1982 ; BAUCHART *et al.*, 1984a).

Par ailleurs, le sorbitol a un rôle hypocholestérolémiant chez le veau (BAUCHART *et al.*, 1984b) ; chez le rat, le sorbitol semble entraîner une accélération des transferts de lipides au niveau du foie, se traduisant entre autres par l'émission dans le sang de triglycérides hépatiques (BASSLER et STEIN, 1967 ; STURTON *et al.*, 1978). DURAND *et al.* (1984) viennent de montrer, chez le veau, que le sorbitol semble diminuer le stockage des triglycérides hépatiques, mais en tout état de cause un quelconque effet lipotrope de cette substance n'a pas été mis en évidence à ce jour chez la vache.

- *Le magnésium* a des propriétés cholagogues et intervient dans le métabolisme lipidique ; une action favorable a été montrée chez le rat lors de stéatoses toxiques, le magnésium pouvant faire disparaître les nécroses hépatiques produites par le tétrachlorure de carbone.

Chez la brebis, RAYSSIGUIER (1977) a montré que la mobilisation des réserves lipidiques s'accompagne d'hypomagnésémie, mais il n'a pas été généralement constaté de stéatose hépatique lors de déficit magnésique expérimental avec un régime équilibré (GUEUX, 1980). De plus, un effet hépatroprotecteur n'a pas été mis en évidence à l'aide de supplémentation en magnésium (RAYSSIGUIER et GUEUX, comm. pers.).

- *Les extraits végétaux* ont des propriétés cholérétiques (ainsi d'ailleurs que certains composés de synthèse), mais ils ne peuvent à ce seul titre être considérés comme des hépatoprotecteurs.

- *Des vitamines du groupe B* (vitamine B12 et acide folique) participent, entre autres fonctions métaboliques, à la synthèse de la lécithine ; mais les besoins alimentaires des ruminants en vitamines B apparaissent faibles, la flore du rumen étant en effet capable de synthétiser elle-même massivement ces vitamines, excepté en cas de carence en cobalt pour ce qui est de la vitamine B12. Par ailleurs, l'intérêt zootechnique d'apports complémentaires n'est pas établi chez la vache (CHURCH, 1980).

Dans l'essai qui va être maintenant rapporté, il s'est agi de tester l'effet sur la santé et la production de vaches laitières d'un mélange d'hépatoprotecteurs, administré par voie injectable, dans la phase tarissement-début lactation.

Matériels et conditions expérimentales

1. Animaux - prélèvements

Cinq élevages de vaches laitières Pie-Noire, situés dans le département de la Loire, ont été utilisés dans l'essai. Les vaches, élevées en stabulation libre paillée, recevaient des rations de base variables selon les élevages, constituées principalement d'ensilage d'herbe, d'ensilage de maïs et d'herbe pâturée, auxquels pouvaient s'adjoindre des distributions de choux, de maïs ou de luzerne en vert. Pendant la phase de tarissement, les vaches ont reçu, selon les cas, entre 0 et 20 kg d'ensilage de maïs, cette distribution variant entre 0 et 30 kg au début de la lactation. Après distribution de la ration de base, les vaches ont reçu une ration complémentaire pour être alimentées selon les recommandations INRA, à partir d'un calcul classique de rationnement.

Les vaches qui sont entrées dans l'essai ont vêlé entre septembre 1982 et février 1983, le rang de vêlage ayant varié de 2 à 8.

Elles ont été traitées au tarissement et 45 jours avant avec un anti-parasitaire actif contre *Fasciola hepatica* et les strongles gastro-intestinaux. Lorsque l'essai commençait dans un élevage, la première vache tarie était la première vache retenue pour l'expérimentation et faisait partie du lot témoin (lot T). La seconde vache tarie entrait dans le lot recevant des hépato-protecteurs (lot H) et ainsi de suite jusqu'à ce que 2 lots de 6 vaches soient constitués dans chaque élevage, 60 animaux au total entrant dans l'essai.

TABLEAU 1

Influence des traitements sur les niveaux de production laitière

	LAIT PAR NUMERO DE CONTROLE LAITIER (kg/j)	
Lots	Témoin	Hépato.
Lactation précédente		
1er contrôle	25,2 + 4,6[a*] (n=26)	24,4 ± 5,6[e] (n=27)
Lactation en cours		
1er contrôle	28,8 ± 6,4[b] (n=26)	28,5 ± 3,4[f] (n=27)
2ème contrôle	26,4 + 5,1[c] (n=24)	26,7 ± 3,9[g] (n=26)
5ème contrôle	20,8 ± 4,6[d] (n=23)	21,6 ± 4,1[h] (n=25)

* : moyenne et écart-type
a-b : P < 0,05
e-f : P < 0,01
b-c, b-d, f-g, f-h : P < 0,005

TABLEAU 2

Influence des traitements sur les taux azotés et butyreux du lait

	MATIERE UTILE DU LAIT PAR NUMERO DE CONTROLE LAITIER (g. pour 1000)			
LOTS	Témoin		Hépato.	
	Taux azoté	Taux butyreux	Taux azoté	Taux butyreux
Lactation précédente				
1er contrôle	30,4 ± 5,1[*]	39,8 ± 6,4	29,8 ± 3,4	38,0 ± 4,6
Lactation en cours				
1er contrôle	30,1[a] ± 3,5	39,4 ± 6,6	30,6[c] ± 3,4	39,4 ± 4,9
2ème contrôle	28,2[b] ± 2,7	38,6 ± 5,8	28,9[d] ± 1,8	38,7 ± 4,8
5ème contrôle	31,0 ± 2,4	36,8 ± 9,9	29,4 ± 6,4	38,3 ± 5,4

* : moyenne et écart-type ; les effectifs par contrôle sont identiques à ceux du tableau 1.

a-b, c-d : P < 0,05

Etaient exclues de l'essai, les vaches taries pour des motifs pathologiques ou de convenance (vente) et celles qui n'avaient pas passé toute leur lactation dans l'élevage soumis au protocole. Les animaux de l'essai n'étaient pas séparés du troupeau et ont été conduits pendant la durée de l'expérimentation de manière identique (mode de tarissement, de rationnement, prophylaxies....) ; ils étaient par ailleurs suivis dans leur histoire pathologique par un enregistrement en continu sur fiches individuelles, les contrôles de production étant ceux normalement effectués dans le cadre du Contrôle laitier.

Le lot témoin a reçu 4 injections intramusculaires de 50 ml de sérum physiologique (20 jours après la fin du tarissement, 15 jours après la précédente, 1 à 2 jours après vêlage et enfin 8 jours après la précédente).

Le lot traité avec les hépatoprotecteurs a reçu, en lieu et place du sérum, 50 ml d'un soluté hépatoprotecteur classique composé (q.s. p. 100 ml) de 2 g de DL-méthionine, 2,5 g de chlorydrate de choline, 2,25 g de bétaïne, 5 g de sorbitol et 2,5 mg de vitamine B12.

Deux prises de sang ont été effectuées sur chaque animal à la veine jugulaire 20 jours après la fin du tarissement et 15 jours après vêlage, à 14 heures. Des plasmas héparinés ont été ensuite préparés et conservés à -20°C. Les prélèvements de lait sont ceux normalement réalisés dans le cadre du Contrôle laitier. 7 animaux (4 dans le lot T, 3 dans le lot H) ont été éliminés de l'analyse car, dans leur cas, le calendrier des injections n'était pas conforme au protocole.

2. Dosages biochimiques plasmatiques

L'ensemble des dosages biochimiques ont été réalisés sur un analyseur à transfert ISAMAT (ISA Biologie - 94230 Cachan France). Les acides gras libres AGL ont été dosés selon une méthode enzymatique automatisée (CHILLIARD *et al.*, 1984). Les autres analyses ont été effectuées selon des méthodes automatisées, à une température de 30°C pour les dosages enzymatiques (BARNOUIN et CHARCORNAC, non publié). Sur 5 animaux (2 du lot T et 3 du lot H), les dosages n'ont pas été entrepris car les conditions de prélèvement n'étaient pas conformes ou les échantillons étaient hémolysés.

Résultats

1. Critères de production et de pathologie

a) Production laitière

Les lots T et H ne se différencient sur aucun des critères analysés, lesquels étaient d'ailleurs identiques entre les 2 lots lors de la lactation précédente (tabl. 1 et 2).

b) Reproduction

Les 2 lots ne se différencient pas par les critères de reproduction des vaches, dont les résultats sont rapportés dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Les critères de la reproduction

LOTS	TEMOIN	HEPATO.
- Mise à la reproduction (p.100 des vaches)	80,8	100
- Ecart V-I_1 (j)	69,6 ± 15,6*	71,5 ± 20,7
- V-I_1 < 40 jours (p.100)	-	-
- Réussite en I_1 (p.100)	42,9	55,6
- Vaches avec nb. I>3 (p.100)	4,8	14,8
- Ecart VI_f (j)	96,3 ± 33,8	90,3 ± 40,0

V : Vêlage ; I_1 : Insémination 1ère ; I_f : Insémination fécondante ; I : Insémination (quel que soit le rang)

* : moyenne et écart-type

c) Pathologie

Les fréquences pathologiques observées et le taux de réforme ne différencient pas les 2 lots (tabl. 4). Cependant le total mortalités et réformes a intéressé 5 animaux du lot T, contre seulement 2 du lot H, les effectifs étant toutefois trop faibles pour permettre de conclure.

TABLEAU 4

La pathologie observée

Lots	FREQUENCE DE L'EVENEMENT PATHOLOGIQUE (p.100) Témoin (n=26)	Hépato. (n=27)
- Vêlage à problème[a]	11,5	14,8
- Fièvre vitulaire	7,7	7,4
- Mortalité	3,8	-
- Réforme	15,4	7,4
- Tous symptômes	34,6	37,0

a = Vêlage difficile et -ou- non-délivrance.

2. Biochimie plasmatique

Les paramètres biochimiques étaient bien identiques avant vêlage dans les lot T et H ; après vêlage, aucune différence n'apparaît entre les 2 lots (tabl. 5). Entre la 1ère et la 2ème prise de sang, on note dans les 2 lots une augmentation (à $P< 0,01$ pour le lot T et à $P< 0,005$ pour le lot H) du 3-hydroxybutyrate (3-HB).

En sommant les 2 lots, on constate que la fréquence des activités enzymatiques de la γ-GT supérieures à 22 U/l (limite de suspicion pathologique ; GUILLAUME, 1981) a diminué entre le 1er et le 2ème prélèvement de 45,8 à 14,6 p.100 ($P < 0,05$).

Discussion

Les résultats que nous venons de rapporter indiquent, que globalement, les animaux recevant les hépatoprotecteurs injectables ne diffèrent pas des témoins.

Pour ce qui est de la production laitière, SERGHERAERT (1983) indique que les effets positifs consécutifs à des apports oraux de méthionine sont relativement discrets et, lorsqu'ils existent, concernent surtout un accroissement du taux butyreux (de 1,3 g p. 1000 en moyenne sur 72 essais) et accessoirement de la production laitière (de 0,4 l en moyenne sur 81 essais) ; dans notre essai, on constate des accroissements du même ordre, en faveur du lot H, si l'on compare les évolutions lactation actuelle-lactation précédente, mais ceux-ci ne sont pas significatifs.

Sur la stéatose hépatique des bovins, SMITH *et al.* (1974) ont fait un essai sur jeunes bovins et génisses, qui ne montre pas d'effet déterminant de la supplémentation en facteurs lipotropes ou antilipotropes (niacinamide) sur la charge graisseuse du foie et les poids de carcasse ; dans un récent essai, effectué sur 2 lots de 73 taurillons à partir du même soluté hépatoprotecteur que celui utilisé dans ce travail, BAZIN et BARNOUIN (1984) (cf. Bull. tech. CRZV Theix, INRA, n° 59) n'ont pas trouvé d'influence du traitement hépatoprotecteur sur le Gain Moyen Quotidien, le poids de carcasse et le classement de carcasse selon la grille EUROPA.

Pour ce qui est de la vache laitière, nous n'avons pas trouvé d'éléments bibliographiques démontrant un effet hépatoprotecteur de facteurs lipotropes dans les conditions habituelles de l'élevage.

Par ailleurs chez la vache, d'après GRÖHN *et al.* (1983), le 3-HB, l'OCT (ornithine carbamyl transférase) et la SDH (sorbitol déshydrogénase) plasmatiques sont corrélés positivement avec le degré d'infiltration graisseuse du foie, le glucose l'étant négativement.

Dans cet essai, ni le glucose, ni le 3-HB, ni glutamate deshydrogénase (GLDH) dont la signification diagnostique est équivalente chez les bovins à celle de la SDH (MULLEN, 1976) ne sont différents entre les lots T et H. Quant à la concentration en AGL plasmatiques, non déterminée par GRÖHN *et al.*, REMOND *et al.* (1971) n'avaient pas trouvé de différence entre lots, dans un essai comparant un lot de vaches supplémentées en méthionine et un lot témoin, bien que d'autres critères allaient dans le sens d'un accroissement de la mobilisation des lipides corporels dans le lot recevant de la méthionine.

La baisse des taux de γ-GT supérieurs à 22 U/l, constatée sur l'ensemble des 2 lots, est à rapporter au traitement fasciolicide, la γ-GT est en effet un bon indice de détection de l'infestation distomienne chez la vache (BARNOUIN *et al.*, 1981). Globalement cet essai, effectué sur des troupeaux non expérimentaux, n'a pas mis en valeur l'intérêt de l'administration du soluté injectable hépatoprotecteur.

L'administration parentérale de doses plus fréquentes et plus importantes de mélanges hépatoprotecteurs, par rapport aux conditions définies dans cet essai se heurte à des problèmes pratiques, économiques et de tolérance et par ailleurs, la protection des substances hépatoprotectrices contre l'action dégradante de la micropopulation du rumen n'est pas un problème résolu.

TABLEAU 5

Variables biochimiques plasmatiques avant et après vêlage

		URÉE (mg/100 ml)	ALBUMINE (g/l)	GLUCOSE (mg/100 ml)	3-HYDROXYBUTYRATE (mM)	ACIDES GRAS LIBRES (mM)	γ-GT (U/l)	GLDH (U/l)	SGOT (U/l)
LOT T (n=24)	Tarissement	28,3 * ±12,0	32,7 ± 5,8	65,0 ±6,3	0,64 [a] ±0,33	0,22 ±0,23	25,5 ±22,7	19,5 ± 27,2	40,0 ±17,3
	Début de lactation	30,0 ±10,4	31,7 ± 4,0	59,7 ±11,7	1,57 [b] ±1,61	0,30 ±0,18	17,2 ±8,1	11,7 ± 11,1	46,7 ±7,8
LOT H (n=24)	Tarissement	27,9 ±12,5	33,3 ± 5,5	63,4 ±10,6	0,75 [c] ±0,35	0,20 ±0,20	32,1 ±31,1	21,1 ± 18,1	44,6 ±12,1
	Début de lactation	29,7 ± 11,0	32,2 ± 3,1	58,0 ±10,6	1,27 [d] ±1,07	0,30 ±0,22	21,3 ±14,2	16,6 ± 15,3	47,5 ±10,7

* : moyenne et écart-type

a-b : $P < 0,01$
c-d : $P < 0,05$

Les caractéristiques digestives et métaboliques propres aux ruminants que nous avons présentées semblent de plus les protéger de carences en donneurs de radicaux méthyls ou en vitamines du groupe B.

Par ailleurs, REMESY *et al.* (1984) pensent qu'il faut nuancer, dans les conditions de l'élevage français, l'importance des phénomènes de stéatose, en relation avec un déficit énergétique *post-partum* ou un surengraissement en fin de gestation des vaches ; des expérimentations en cours (MAZUR *et al.*, non publié) montrent en effet qu'une stéatose seulement très modérée est observée sur des vaches pourtant très grasses au vêlage et soumises par la suite à une forte carence énergétique.

L'ensemble de ces éléments permet de conclure, qu'hormis peut-être pour des cas individuels de stéatose importante ou d'autre atteinte hépatique diagnostiquée et relevant de l'action thérapeutique d'urgence, qu'il n'apparaît pas utile, en l'état actuel de nos connaissances, de distribuer aux vaches laitières les substances que nous avons envisagées en vue d'un « effet hépatoprotecteur ». En fait, seule l'atteinte hépatique par *Fasciola hepatica* peut être utilement prévenue pour assurer le maintien de ses fonctions métaboliques du foie de la vache laitière, en complément d'une conduite alimentaire adaptée, permettant à la micro-population du rumen de jouer ses fonctions normales de synthèses et de dégradations au niveau de la méthionine, de la choline et des vitamines du groupe B.

La tendance actuelle à une augmentation des distributions d'hépatoprotecteurs chez la vache ne semble pas correspondre à une nécessité.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à Carole JACQUIER, MM. AUROUSSEAU, BAUCHART et REMOND pour leurs apports scientifiques et bibliographiques ; à M. RIOU (IBT-DUPHAR) qui a fourni le soluté hépatoprotecteur ; aux éleveurs qui ont participé à l'essai ainsi qu'à leurs structures de soins mutualistes pour leur motivation et leur qualité technique.

Références bibliographiques

BARNOUIN J., MIALOT M., LEVIEUX D., 1981. Evaluation de la pathologie hépatique des bovins sur un prélèvement de sang. Relations avec l'histopathologie. *Ann. Rech. Vét.*, **12** (4), 359-363.

BARNOUIN J., FAYET J.C., BROCHART M., BOUVIER A., PACCARD P., 1983. Enquête éco-pathologique continue : 1. Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. *Ann. Rech. Vét.*, **14** (3), 247-252.

BAUCHART D., AUROUSSEAU B., AUCLAIR E., 1984a. Influence de l'addition de sorbitol à un lait de remplacement pour veaux de boucherie. I. Conséquences zootechniques. *Reprod. Nutr. Dev.* (sous presse).

BAUCHART D., AUROUSSEAU B., AUCLAIR E., LABARRE A., 1984b. Influence de l'addition de sorbitol à un lait de remplacement pour veaux de boucherie. II. Lipides du plasma, du foie et du muscle. *Reprod. Nutr. Dév.* (sous presse).

BAZIN S., BARNOUIN J., 1984. Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin - essai d'une préparation injectable à des taurillons en fin de variance. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **58,** 39-44.

BERAUD C., 1983. Le foie des français, 44 p. Stock, Paris.

CHILLIARD Y., REMOND B., SAUVANT D., VERMOREL M., 1983. Particularité du métabolisme énergétique des hautes productrices de lait. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **53,** 37-64.

CHILLIARD Y., BAUCHART D., BARNOUIN J., 1984. Determination of plasma non-esterified fatty acids in herbivores and man ; comparison of the values from manual or automatic chromatographic, titrimetric, colorimetric and enzymatic methods. *Reprod. Nutr. Dév.,* **24** (4) (sous presse).

CHURCH D.C., 1980. Digestive physiology and nutrition of ruminants, 416 p., 0. et B. Books, Corvallis.

DAWSON R.M.C., GRIME D.W., LINDSAY D.B., 1981. On the insensivity of sheep to the almost complete microbial destruction of dietary choline before alimentary-tract absorption. *Biochem. J.,* **196,** 499-504.

DROUIN P., ANTOINE J.M., POINTEL J.P., LOUIS J., DEBRY G., 1983. Métabolisme des lipoprotéines. *Ann. Endocrinol.,* **44,** 51-58.

DURAND F., BAUCHART D., LEFAIVRE C., 1984. *In vivo* hepatic balance of glucose and lipids in preruminant calf-effect of sorbitol intake. *Can. J. Anim. Sci.* (sous presse).

ESPINASSE J., 1980. Introduction et mise en place du problème. In : *Le syndrome de la vache grasse,* 5-6. Société française de Buiatrie, Paris.

GRÖHN Y., LINDBERG L.A., BRUSS M.L., FARVER T.B., 1983. Fatty infiltration of liver in spontaneously ketotic dairy cows. *J. Dairy Sci.,* **66,** 2320-2328.

GUILLAUME M.C., 1981. La glutamate deshydrogénase et la gammaglutamyl transpeptidase plasmatiques : leurs apports dans le dépistage des troubles hépatiques chez la vache. Mémoire d'Ingéniorat de Génie biologique, Université de Clermont-Ferrand. II - Laboratoire d'Eco-Pathologie INRA-Theix.

GUEUX E., 1980. *Les modifications du métabolisme lipidique et leurs implications pathologiques au cours du déficit magnésique.* Thèse de Doctorat 3ème cycle - Université de Clermont II.

KROENING G.H., POND W.G., 1967. Methionine, choline and threonine inter-relations for growth and lipotropic action in the baby pig and rat. *J. Anim. Sci.,* **26,** 352-357.

MORROW D.A., 1976. Fat cow syndrome *J. Dairy Sci.,* **59,** 1625-1627.

RAYSSIGUIER Y., 1977. Hypomagnesemia resulting from adrenalin infusion in ewes ; its relation to lipolysis. *Horm. Metab. Res.,* **9,** 309-314.

REID I.M., 1973. An ultrastructural study of the lactating cow in starvation ketosis. *Exp. Mol. Pathol.,* **18,** 316-330.

REID I.M., COLLINS R.A., 1980. The pathology of post-parturient fatty liver in high yielding dairy cows. *Invest. Cell. pathol.,* **3,** 237-249.

REMESY C., CHILLIARD Y., AROIERA L., MAZUR A., FAFOURNOUX P., DEMIGNE C., 1984. Le métabolisme des lipides et ses dérivations chez le ruminant durant la gestation et la lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **55,** 53-71.

REMOND B., CHAMPREDON C., DECAEN C., PION R., JOURNET M., 1971. Influence d'un apport de D-L méthionine à des vaches au début de la lactation sur la production laitière et la composition du sang. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.,* **11** (3), 455-469.

ROBERTS C.J., TURFREY B.A., BLAND A.P., 1983. Lipid deposition in different fiber types of skeletal muscles of periparturient dairy cows. *Vet. Pathol.,* **20,** 23-31.

SERGHERAERT R., 1983. Effet de la distribution de méthionine protégée et de monopropylène glycol aux vaches laitières en début de lactation. Mémoire I.T.P.A., Laboratoire de la Production laitière, INRA Theix.

SMITH G.E., CHURCH D.C., 1971. Requirements for lipids, carbohydrates and vitamins : development of purified diets. In : *Digestive physiology and nutrition of ruminants,* 656-657, Church Corvallis.

SMITH G.S., CHAMBERS J.W., NEUMANN A.L., RAY E.D., NELSON A.B., 1974. Lipotropic factors for beef cattle fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.,* **38** (3), 627-633.

THIVEND P., 1982. Influence du sorbitol dans l'alimentation du veau de boucherie. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **50,** 47-50.

THIVEND P., DEBARRE M., LEFAIVRE J., TOULLEC R., 1984. Influence of sorbitol on biliary secretion in the peruminant calf. *Can. J. Anim. Sci.* (sous presse).

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 45-52

Influence du type génétique et du niveau de production laitière sur la qualité des carcasses et des viandes de vaches laitières réformées (1)

J.J. COLLEAU*, C. MALTERRE**, C. TOURAILLE***
avec la collaboration de A. MULLER****, J. DUPONT* et P. NOËL****

** Génétique quantitative et appliquée 78350 Jouy-en-Josas*
*** Laboratoire de la Production de Viande*
**** Station de Recherches sur la Viande*
***** Domaine du Pin-au-Haras 61320 Exmes*

Introduction

En raison du contexte économique global de l'élevage bovin (accroissement des charges et rémunération relativement bonne de la production laitière), l'orientation laitière devient très marquée en France, comme d'ailleurs dans toute l'Europe de l'Ouest. Ceci se traduit par une intensification de la sélection laitière au sein de nos races, Normande et Montbéliarde notamment, et par un recours massif au croisement Holstein dans le cas de la race Pie-Noire (COLLEAU *et al.*, 1982).

Cette évolution vers des types d'animaux de plus en plus laitiers, pose la question de son incidence sur les performances d'engraissement de ces animaux (efficacité alimentaire notamment), et sur leurs aptitudes bouchères : valeur commerciale des carcasses, qualité de la viande... De multiples travaux, portant essentiellement sur les effets du croisement Holstein, ont été conduits en Europe. Cependant, à notre connaissance, ils ne concernent que les taurillons et les veaux de boucherie alors que les vaches de réforme fournissent une part considérable de la viande de gros bovins (46 p.100 en France, dont 70 p.100 provient des troupeaux laitiers).

Le but de cet article est précisément de présenter quelques résultats, concernant la production de viande à partir de vaches de réforme, obtenus dans une unité expérimentale de l'INRA. Ils concernent des vaches de réforme, bien connues sur le plan de la conduite et des performances, et correspondent à une très grande diversité à la fois dans le type génétique et le niveau de production laitière. L'objectif essentiel est d'apporter ici des références sur les caractéristiques des carcasses et, sur une partie des animaux, de pousser plus loin les investigations, dans le domaine de la qualité des viandes, qui a été estimée par un jury de dégustateurs, car très peu de résultats sont disponibles dans ce domaine (BOCCART, DUMONT, 1980).

(1) Ce texte a été présenté à Madrid en octobre 1983 au cours de la 34ème réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie (FEZ).

Conditions expérimentales

1. Origine des animaux

Les 96 animaux dont les résultats sont présentés ici provenaient du troupeau expérimental du Pin-au-Haras (Normandie) qui dépend du Département de Génétique de l'INRA. Ils ont été abattus entre 1978 et 1981 à l'abattoir expérimental du Centre de Theix. Les principaux objectifs poursuivis étaient les suivants :

- comparaison détaillée des performances zootechniques obtenues des animaux de races Holstein et Normande (race mixte), ainsi que leurs croisements,

- étude des répercussions éventuelles de la sélection laitière à l'intérieure d'une race (création de deux lignées Normandes par sélection divergente) sur les performances des animaux.

Les animaux considérés appartiennent à 5 types génétiques :

- Holstein (HO)
- 3/4 Holstein 1/4 Normand (3/4 HO)
- Holstein × Normand (1/2 HO)
- Normand + (sélection laitière : pères et grand-pères maternels ayant un index laitier d'environ + 500 kg de lait en moyenne) (NO^+)
- Normand - (contre sélection laitière : pères et grand-pères maternels ayant un index laitier d'environ - 500 kg de lait en moyenne) (NO^-).

2. Méthodes générales de conduite

Les animaux considérés ont vêlé pour la première fois à l'âge de 34 mois en moyenne. Au cours de leurs lactations successives ils ont été alimentés de façon à subvenir à leurs besoins. Dans ce but, en période de lactation, on a ajusté individuellement toutes les semaines les quantités de concentré offertes en fonction d'une part de la production laitière brute et d'autre part du niveau énergétique estimé de la ration de base, le taux d'accroissement marginal d'aliment concentré étant de 1 kg pour 2,5 kg de lait. Pour une grande majorité de ces animaux, les consommations effectives de fourrages de base ont été mesurées individuellement au cours des deux premières lactations. En période de pâturage, le niveau de la ration de base était estimé d'après le stade végétatif de l'herbe et l'ajustement des surfaces était effectué biquotidiennement grâce à une clôture électrique. C'est notamment au cours de cette période que certaines vaches, peu laitières, ont pu s'engraisser parce qu'il n'y avait aucun moyen simple et pratique de les rationner.

On peut donc considérer que la conduite de ces animaux a permis l'obtention d'un bon format en fin de carrière comme en témoigne leur poids de carcasse élevé (320 à 340 kg par rapport au poids de 280 kg obtenu en moyenne en France pour les vaches de réforme issues du troupeau laitier), et leur état d'engraissement en moyenne assez satisfaisant (durée de finition moyenne de 21 jours seulement).

Les animaux ont été réformés en principe en fin de 3ème lactation après 300 jours de lactation en moyenne ($\pm$ 14). Toutefois, l'accroissement des effectifs en race Holstein étant nécessaire pour les étapes ultérieures de l'expérimentation, et la part des vaches réformées pour cause de reproduction étant importante dans toutes les classes d'âge, les vaches Holstein n'ont pu suivre le protocole de façon rigoureuse et ont alors été réformées après une durée de lactation très variable (379 $\pm$ 76 jours).

10 jours environ après leur tarissement, les animaux ont été transportés au Centre de Theix et abattus dans les 5 à 8 jours qui ont suivi leur arrivée si leur pointage d'état en vif était supérieur ou égal à la valeur de 3 sur la classification FEZ. Les autres animaux ont été engraissés de manière à obtenir cette note d'état, en veillant toutefois à ne pas dépasser 80 jours d'engraissement.

L'engraissement a été réalisé à partir d'ensilage de maïs (12,6 kg de matière sèche ingérée par jour) de tourteau de soja (0,3 kg par jour) d'urée (130 g par jour) et d'un complément minéral vitaminé « spécial maïs ».

3. Mesures

Toutes les vaches ont été pesées lors de leur tarissement et à leur arrivée à Theix, celles qui ont été engraissées ont été pesées deux jours consécutifs en début et en fin d'engraissement, ainsi qu'une fois par semaine dans l'intervalle.

A l'abattage, nous avons mesuré le poids de carcasse chaude et des différents dépôts adipeux de la cavité abdominale (périrénaux, péritonéaux, mésentériques, péricardiques). Le poids vif vide a été calculé par différence entre le poids des animaux juste avant l'abattage et le poids de leur contenu digestif, ce dernier étant lui-même déterminé par différence entre le poids du tractus digestif plein et vide.

On a alors estimé la conformation et la composition des carcasses des vaches à partir des rendements, des principales mensurations de la carcasse (longueur de la carcasse, épaisseur et descente de cuisse, épaisseur du faux-filet et longueur du rein) ainsi que de la composition tissulaire d'un morceau mono-costal situé au niveau de la 11ème côte (ROBELIN, GEAY, 1975).

Enfin, sur deux muscles (long dorsal et gros anconé) représentant un échantillon de morceaux de tendreté très différente dans la catégorie des muscles à cuisson rapide, nous avons réalisé une analyse sensorielle par dégustation après 2 modes de cuisson. La portion de long dorsal comprise entre la 5ème et la 11ème côte et le muscle gros anconé dans sa totalité ont été prélevés 24 h *post mortem,* emballés sous vide, puis conservés à + 2°C pendant 15 jours afin d'obtenir une maturation complète ; la viande a été alors congelée jusqu'à la dégustation. Le gros anconé a été préparé sous forme de rôti (1,2 kg environ) et de steaks (2 cm d'épaisseur), le long dorsal en steaks uniquement.

Après décongélation, les rôtis ont été cuits dans un four ménager (température 270°C) jusqu'à atteindre une température interne de 50°C, les steaks étaient cuits sur un grill double face pendant 3 minutes.

Les dégustateurs sont des membres du personnel du Centre de recherches ; ils viennent déguster régulièrement une fois par semaine. Les séances ont lieu en fin de matinée ; chaque dégustateur reçoit plusieurs échantillons qu'il doit noter ; du pain et de l'eau sont disponibles. Le questionnaire comprend trois échelles permettant de noter :

- la tendreté
  0 : très dur 10 : très tendre
- la jutosité
  0 : très sec 10 : très juteux
- l'intensité de la flaveur
  0 : très faible 10 : très intense.

En moyenne 15 réponses ont été recueillies pour chaque animal et chacun des modes de cuisson.

Le protocole des dégustations a permis de comparer à chaque séance, pour un même muscle et un même mode de cuisson, des animaux génétiquement différents. Ont ainsi été réalisées six comparaisons NO^+ NO^- ; 3 comparaisons 3/4 HO - 1/2 HO - NO^+ puis d'autres associations entre certains de ces quatre types génétiques en fonction des animaux disponibles.

4. Méthodes d'analyse statistique

Sur les données de carcasse, les analyses de variance ont été réalisées en tenant compte simultanément du type génétique et

de l'âge des animaux (animaux abattus, soit en fin de 1ère ou de 2ème lactation : L_{1+2}, soit en fin de 3ème lactation ou plus : L_3, L_{3+4}....).

Sur les données de dégustation, les résultats de toutes les comparaisons entre types génétiques ont été regroupés, et le seuil de signification des différences a été calculé grâce au test t par paire afin de minimiser la plus ou moins grande sévérité des juges.

Résultats d'abattage et caractéristiques des carcasses

Pour cette partie de l'étude, les résultats ont porté sur 96 vaches dont 78 ont été abattues après 3 lactations ou plus (64 L_3, 13 L_4, 1 L_5). Nous avons rapporté aux tableaux 1 - 2 et 3 et aux figures 1 - 2 - 3 la moyenne des mesures les plus importantes et les plus significatives par type génétique et par groupe de numéro de lactation. Compte tenu de l'effet important du numéro de lactation sur les performances laitières des vaches et leur valeur bouchère à la réforme, nous discuterons essentiellement les résultats obtenus sur ces 78 vaches appartenant à 5 types génétiques.

Les niveaux de production laitière de ces vaches en dernière lactation (lait à 4 p.100 de MG) ont été extrêmement variables : 6206 kg pour les Holsteins, 4887 kg pour les 3/4 Holstein × 1/4 Normande, 4563 kg pour les Holsteins × Normandes, 4073 kg pour les Normandes issues d'une sélection laitière (Normandes $^+$) et 3182 kg pour les Normandes issues d'une contre sélection laitière (Normandes $^-$). Toutefois, ces résultats ne portent que sur 6 animaux de race Holstein et surtout leur durée moyenne de lactation a été supérieure de 80 jours environ à celles des vaches des autres types génétiques.

Après leur tarissement, les vaches ont été engraissées en moyenne pendant 21 jours, l'objectif étant d'atteindre un état d'engraissement correct et comparable entre génotypes. Si cet objectif a été à peu près atteint pour les 4 premiers types génétiques (3.4, 3.3, 3.6, 3.6) il n'en a pas été de même pour les Normandes - (4.1) dont une partie était déjà trop grasses lors de leur tarissement. Dans ces conditions, nous n'avons pas observé de différences significatives de *durée d'engraissement* moyenne d'un type génétique à l'autre, les écarts entre lots étant très faibles (+ 6 à + 8 jours seulement pour les vaches des génotypes les plus laitiers par rapport aux vaches Normandes). En réalité, ces moyennes correspondent à des durées très variables au sein d'un même type génétique (60 p.100 des animaux ayant été abattus dans la semaine qui a suivi leur arrivée à Theix) et si on analyse les corrélations brutes entre les différents facteurs étudiés sur la population totale des 96 vaches (tabl. 3) il ressort que les vaches les plus laitières et les moins bien conformées ont été engraissées un peu plus longtemps (r production laitière - durée d'engraissement : 0,23*, r conformation - durée d'engraissement : - 0,24*).

A l'abattage, les vaches des différents types génétiques ont produit des carcasses d'un poids relativement élevé (320 à 340 kg), celui des Holsteins ou 3/4 Holstein étant toutefois un peu plus faible que celui des croisées Holstein × Normandes ou des Normandes. Par ailleurs, nous avons mis en évidence des différences importantes entre les types génétiques dans le *rendement en carcasse :* en effet, à poids de carcasse relativement voisin le rendement vrai (exprimé en p.100 du poids vif vide) a augmenté significativement ($P < 0,001$) de près de 4 points lorsque l'on est passé des Holsteins aux Normandes (fig. 1). L'analyse du tableau des corrélations brutes, c'est-à-dire des corrélations calculées sur l'ensemble des 96 vaches quel que soit leur type génétique et leur rang de lactation, confirme d'ailleurs cette opposition entre le rendement en carcasse et le niveau de production laitière des

TABLEAU 1

Caractéristiques des vaches de réforme étudiées et résultats d'abattage (n=96)

Type génétique	Numéro de lactation	Effectif	Production laitière 4 % en dernière lactation (kg)	Durée de lactation correspondante (j)	Durée d'engraissement (j)	Poids vif en fin d'engraissement (kg)	Poids vif vide (kg)	Poids de carcasse froide (kg)	Rendement vrai : PCF/PVV (%)
Holstein	*L 1+2*	*4*	*5757 ± 1310*	*377 ± 41*	*27 ± 15*	*615 ± 54*	*504 ± 44*	*308 ± 26*	*61,1 ± 1,0*
	L 3+4+5	6	6206 ± 1974	380 ± 99	23 ± 32	684 ± 61	561 ± 50	329 ± 33	58,6 ± 1,4
3/4 Holstein x 1/4 Normand	*L 1+2*	*3*	*5903 ± 812*	*342 ± 15*	*22 ± 23*	*623 ± 65*	*511 ± 53*	*308 ± 36*	*60,1 ± 2,2*
	L 3	15	4887 ± 1116	296 ± 34	25 ± 18	647 ± 50	530 ± 41	319 ± 26	60,3 ± 1,9
1/2 Holstein x 1/2 Normand	*L 1+2*	*3*	*5144 ± 1132*	*344 ± 55*	*42 ± 9*	*633 ± 96*	*519 ± 79*	*324 ± 63*	*62,5 ± 2,7*
	L 3	17	4563 ± 848	300 ± 33	21 ± 17	672 ± 56	551 ± 46	342 ± 33	62,0 ± 1,5
Normand$^+$ (laitier)	*L 1+2*	*4*	*3453 ± 380*	*305 ± 48*	*42 ± 22*	*633 ± 86*	*523 ± 71*	*327 ± 40*	*62,5 ± 1,1*
	L 3+4	26	4073 ± 1010	296 ± 38	17 ± 16	646 ± 51	534 ± 42	332 ± 30	62,2 ± 1,4
Normand$^-$	*L 1*	*4*	*896 ± 589*	*150 ± 66*	*5 ± 0*	*647 ± 74*	*539 ± 62*	*337 ± 35*	*62,5 ± 1,0*
	L 3	14	3182 ± 589	282 ± 26	17 ± 15	641 ± 68	534 ± 57	335 ± 36	62,8 ± 1,1
Signification (F)			19,8::::	10,7:::::	1,09		0,45	1,43	12,8:::::

: Significatif au seuil de 5 p.100 ($P < 0,05$) :::: de 1 p.100 ($P < 0,01$) ::::: de 1 p.1000 ($P < 0,001$)

TABLEAU 2

Conformation et composition des carcasses (n=96)

Type génétique	Numéro de lactation	Note de conformation globale	Compacité du rein	Compacité de la cuisse	Note de gras	Gras abdominal % P.V.V.	Composition de la 11ème côte		
							Gras (%)	Muscles (%)	Os (%)
Holstein	*L1+2 (n= 4)*	*6.3 ± 1,3*	*0,86 ± 0,09*	*0,318 ± 0,017*	*11,0 ± 0,0*	*3,8 ± 1,1*	*17,6 ± 1,9*	*62,4 ± 3,5*	*20,0 ± 4,2*
	L3+4+5(n= 6)	5,5 ± 0,8	0,93 ± 0,16	0,322 ± 0,008	12,8 ± 1,3	4,8 ± 1,2	24,5 ± 4,0	56,5 ± 4,0	19,1 ± 1,3
3/4 Holstein x 1/4 Normand	*L1+2 (n= 3)*	*6,0 ± 1,0*	*0,86 ± 0,05*	*0,297 ± 0,021*	*11,0 ± 0,0*	*3,2 ± 0,4*	*20,2 ± 1,0*	*58,9 ± 2,8*	*20,8 ± 3,1*
	L 3 (n=15)	6,0 ± 0,9	0,95 ± 0,13	0,333 ± 0,012	12,7 ± 1,5	4,5 ± 1,4	24,7 ± 4,8	57,0 ± 5,8	18,3 ± 2,7
1/2 Holstein x 1/2 Normand	*L1+2 (n= 3)*	*6,7 ± 0,6*	*1,09 ± 0,21*	*0,320 ± 0,000*	*12,7 ± 0,6*	*3,7 ± 0,6*	*23,2 ± 4,4*	*58,6 ± 4,3*	*18,2 ± 3,5*
	L 3 (n=17)	6,8 ± 1,1	1,04 ± 0,12	0,341 ± 0,011	12,2 ± 1,6	4,1 ± 1,2	23,7 ± 4,7	58,0 ± 3,9	18,2 ± 1,1
Normand+ (laitier)	*L1+2 (n= 4)*	*7,8 ± 1,0*	*1,15 ± 0,12*	*0,333 ± 0,010*	*11,8 ± 1,0*	*3,4 ± 0,8*	*20,2 ± 5,0*	*61,0 ± 4,3*	*18,9 ± 2,6*
	L3+4 (n=26)	7,8 ± 0,9	1,05 ± 0,09	0,345 ± 0,014	11,6 ± 1,0	3,4 ± 0,8	20,8 ± 4,2	60,7 ± 4,2	18,5 ± 2,7
Normand-	*L 1 (n= 4)*	*8,5 ± 1,0*	*1,10 ± 0,08*	*0,338 ± 0,010*	*13,3 ± 1,7*	*7,0 ± 2,1*	*28,0 ± 7,3*	*55,0 ± 5,8*	*17,0 ± 3,3*
	L 3 (n=14)	8,1 ± 0,9	1,12 ± 0,14	0,351 ± 0,015	12,4 ± 1,3	4,2 ± 1,4	24,3 ± 5,2	58,6 ± 5,3	17,1 ± 1,9
Signification (F)		23,1::	8,67:::::	9,92:::::	2,10	3,55::::	3,07::	2,03	1,67

:: Significatif au seuil de 5 p.100 (P < 0,05) :::: de 1 p.100 (P < 0,01) ::::: de 1 p.1000 (P < 0,001)

TABLEAU 3

Tableau des corrélations entre les principales variables (échantillon des 96 vaches)

	Production laitière 4%	Poids de carcasse	Rendement vrai	Note de conformation globale	Gras dans la 11ème côte	Durée d'engraissement
			Corrélations intra race - groupe de lactation			
Production laitière 4%		*-0,20*	*-0,04*	*-0,18*	*-0,35::::*	*0,13*
Poids de carcasse	-0,24::		*0,30::::*	*0,39::::*	*0,35::::*	*0,00*
Rendement vrai	-0,37::::	0,33::::		*0,18*	*-0,26::*	*-0,17*
Note de conformation globale	-0,55::::	0,37:::::	0,50:::::		*0,15*	*-0,15*
Gras dans la 11ème côte	-0,31::::	0,34:::::	-0,22::	0,06		*0,03*
Durée d'engraissement	0,23::	-0,05	-0,18	-0,24::	-0,02	
			Corrélations brutes			

:: Signification au seuil de 5 p.100 (P < 0,05) :::: de 1 p.100 (P < 0,01) ::::: de 1 p.1000 (P < 0,001)

vaches (r = -0,37***). Toutefois, il apparaît clairement que les différences de rendement sont liées avant tout aux génotypes des animaux puisque lorsque l'on raisonne au sein d'un même type génétique et pour un même groupe de numéro de lactation cette corrélation n'est plus significative et devient quasi-nulle (r = -0,04). Cela signifie que les variations de rendement en carcasse à l'intérieur de chaque classe de génotype et d'âge sont indépendantes des variations de production laitière. Les différences de rendement en carcasse entre types génétiques s'expliquent quant à elles par l'importance significativement plus grande (F = 4,26**) des réservoirs digestifs des vaches des génotypes les plus laitiers (8,3 et 8,2 p.100 de tube digestif dans le poids vif vide pour les Holsteins et les 3/4 Holstein contre 7,8, 7,8 et 7,4 p.100 pour les Holsteins × Normandes, Normandes $^{+}$ et Normandes^{-}) et aussi, à égalité de dépôts adipeux dans la carcasse (HO, 3/4 HO, 1/2 HO, NO-), par une proportion un peu plus élevée de gras interne dans la cavité abdominale (respectivement 4,8, 4,5, 4,1 et 4,2 p.100 de gras abdominal dans le poids vif vide). Enfin, l'analyse des corrélations brutes fait apparaître que le rendement en carcasse est fortement corrélé à la note de conformation (r = 0,50***), ce que l'on peut expliquer aisément par le fait que les génotypes les plus laitiers ont à la fois un rendement en carcasse faible et une carcasse mal conformée.

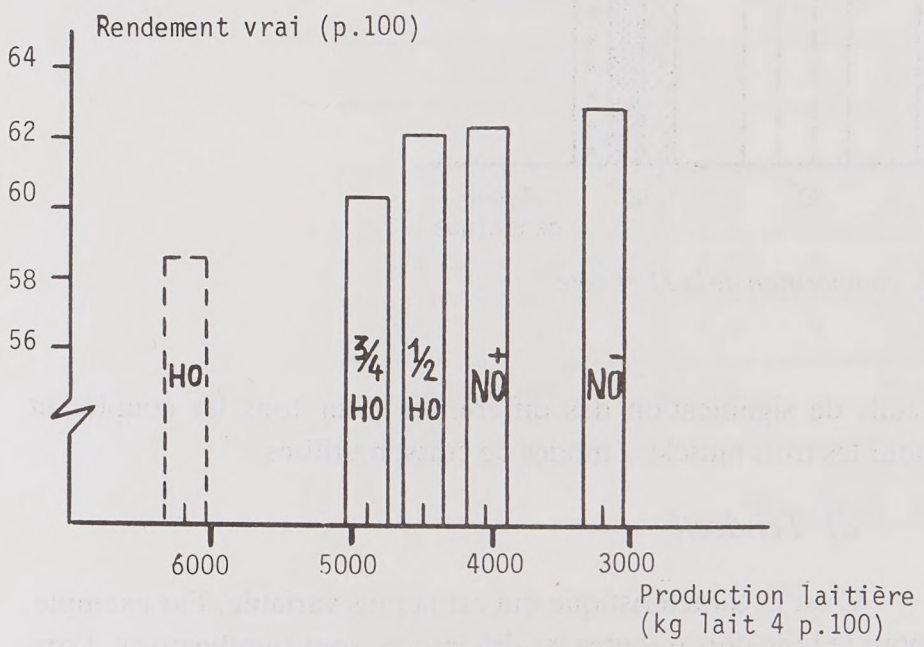


FIG. 1 : *Influence du type génétique sur le rendement vrai (Poids de carcasse % P.V.V.) (n=78)*

Cette hiérarchie entre types génétiques est similaire pour l'ensemble des critères qui nous ont servis à estimer la *conformation de la carcasse* (note globale, compacité du rein, compacité de la cuisse). C'est ce qu'illustre la figure 2 où l'on peut voir que les carcasses des vaches des génotypes les plus laitiers sont nettement moins bien conformées, la différence entre les Normandes^{+} et les Normandes^{-} étant du même ordre de grandeur qu'entre les Holsteins × Normandes et les Normandes $^{+}$. Ce résultat est confirmé par le coefficient de corrélation brute calculé entre le niveau de production laitière et la note de conformation de la carcasse qui est élevée : - 0,55***. En revanche, au sein d'un même type génétique, cette liaison devient très faible (r = 0,18) et n'est plus significative.

L'estimation de la *composition des carcasses* a été réalisée à partir de celle de la 11ème côte et de la proportion de différents dépôts adipeux dans le corps vide des animaux (pourcentage de gras de rognon et de panoufle, pourcentage de l'ensemble des dépôts adipeux de la cavité abdominale). Nous avons privilégié les résultats de la 11ème côte car cette dernière a fait l'objet d'un travail important de la part de J. ROBELIN qui vient d'établir des équations de prédiction de la composition des carcasses (notamment son état d'engraissement) pour les vaches laitières de réforme.

Les vaches Holstein ou croisées Holstein (3/4 ou 1/2) ainsi que les Normandes^{-} ont été abattues en moyenne à un état d'engraissement très voisin : 23,7 à 24,7 p.100 de gras dans la 11ème côte (soit 19,1 à 20,0 p.100 de gras dans la carcasse si on utilise les équations établies pour les mâles). Il n'en a cependant pas été de même pour les Normandes $^{+}$ qui ont produit des carcasses plus maigres (20,8 p.100 de gras dans la côte et 17,1 p.100 dans la carcasse). Pourtant les 2 groupes de vaches Normandes avaient été jugés avant abattage aussi grasses, voire même plus grasses que les vaches Holstein ou croisées Holstein. Il est vraisemblable que cette différence de jugement d'état d'engraissement sur les animaux vivants soit lié en partie au fait que les Normandes ont une meilleure conformation que les Holsteins ou croisées Holstein. Ainsi, si l'on excepte les résultats relatifs aux Normandes^{+} dont les carcasses présentent un état d'engraissement plus faible, il ressort qu'à égalité de dépôts adipeux, les carcasses de Holstein contiennent moins de muscles et légèrement plus d'os que celles des croisées Holstein et surtout que celles des Normandes (fig. 3).

Enfin, lorsque l'on compare des vaches de niveau laitier différent mais appartenant au même groupe de lactation - race, l'analyse des corrélations établies sur l'ensemble des animaux nous permet, alors, de mettre en évidence que les carcasses des vaches les plus laitières ont significativement tendance à être moins grasses :

r prod. lait. - gras 11ème côte = -0,35***
r prod. lait. - note de gras = -0,37***
r prod. lait. - gras abdominal = -0,35***

Ce résultat rejoint les données obtenues sur les Normandes sélectionnées de façon divergente sur la production laitière.

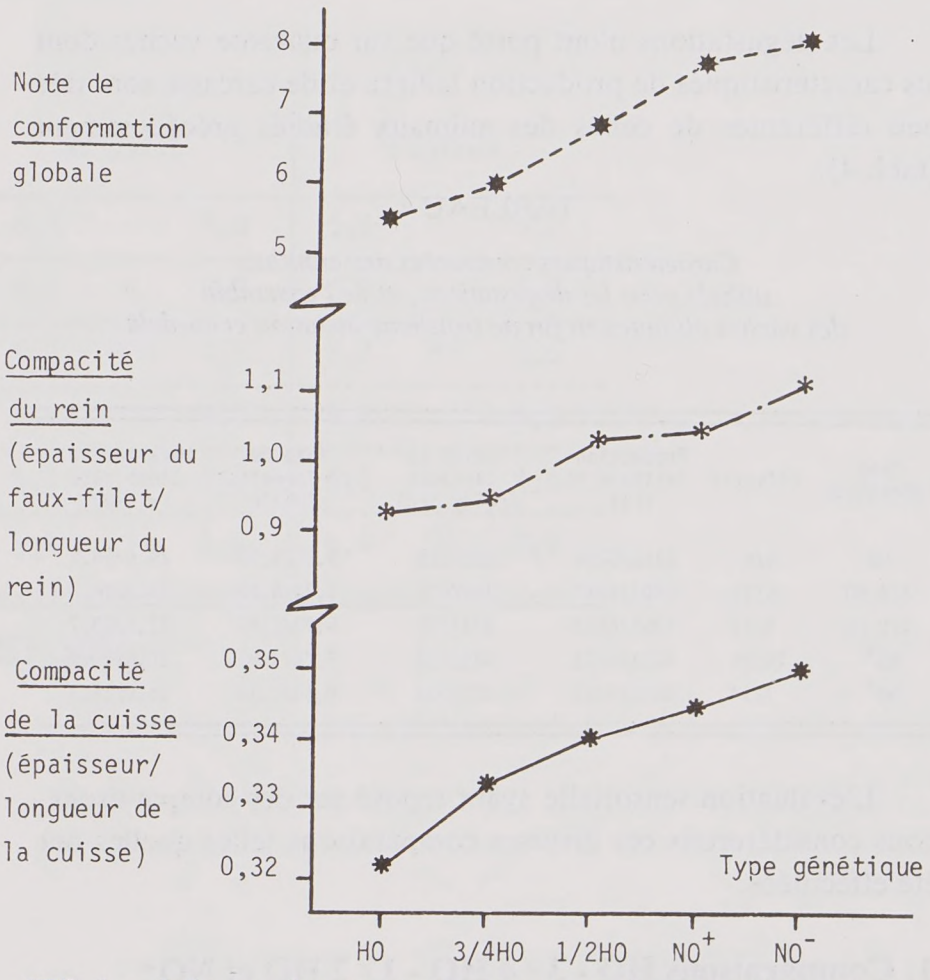


FIG. 2 : *Influence du type génétique sur la conformation des carcasses (n=78)*

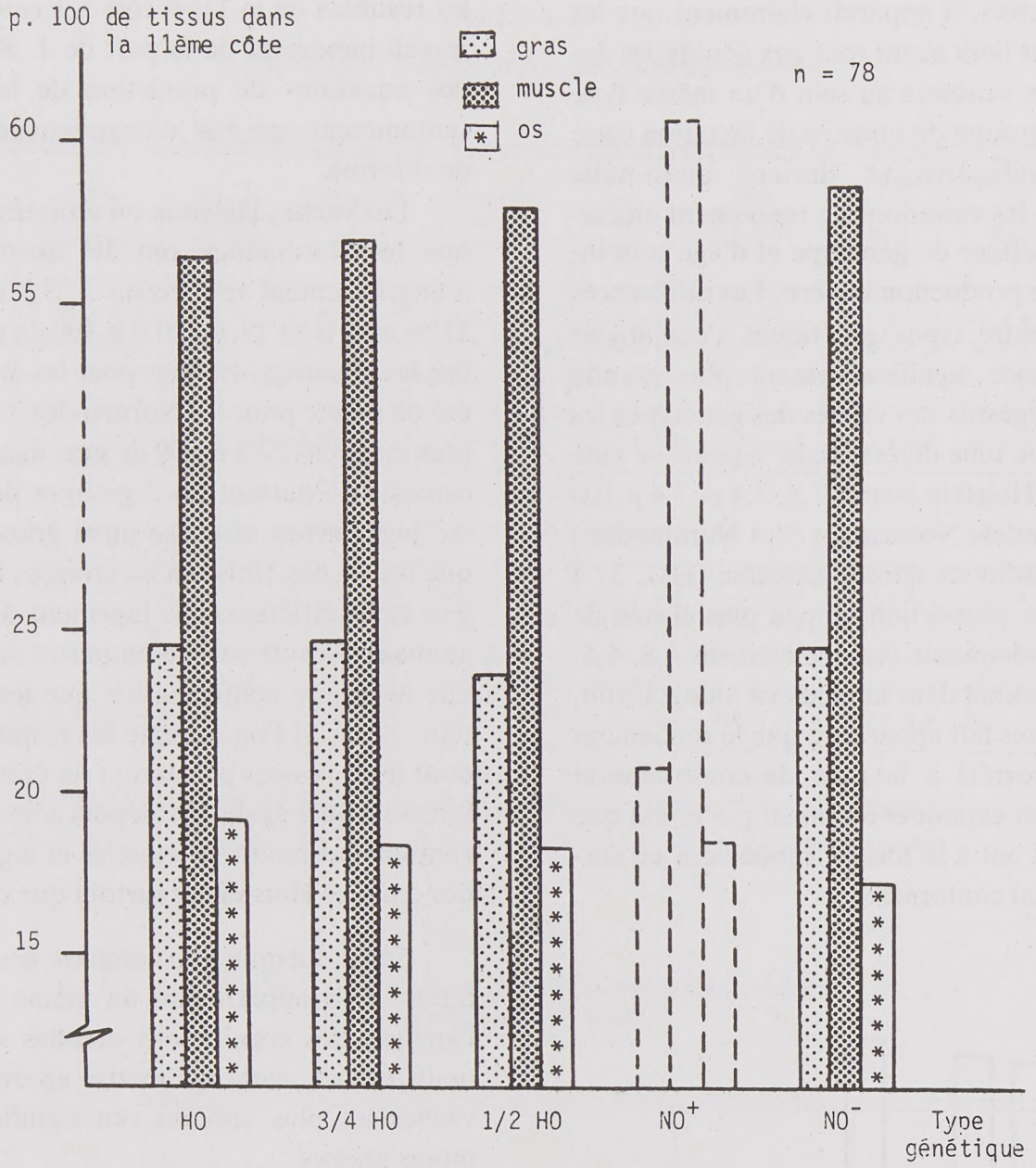


FIG. 3 : *Influence du type génétique sur la composition de la 11ème côte*

Qualités organoleptiques

Les dégustations n'ont porté que sur quarante vaches dont les caractéristiques de production laitière et de carcasse sont très peu différentes de celles des animaux étudiés précédemment (tabl. 4).

TABLEAU 4

Caractéristiques comparées des animaux utilisés pour les dégustations, et de l'ensemble des vaches abattues en fin de troisième lactation et au-delà

Type génétique	Effectif	Production laitière 4% (kg)	Poids de carcasse froide (kg)	Note de conformation globale	Gras de la 11ème côte (p. 100)
HO	4/6	6155/6206	338/329	5,50/5,50	24,6/24,5
3/4 HO	6/15	5401/4887	308/319	5,83/6,00	24,3/24,7
1/2 HO	9/17	4856/4563	323/342	6,78/6,77	22,5/23,7
NO+	14/26	4135/4073	329/332	7,78/7,81	20,5/20,8
NO-	7/14	3242/3182	328/335	8,14/8,14	26,0/24,3

L'évaluation sensorielle ayant reposé sur des comparaisons, nous considérerons ces diverses comparaisons telles quelles ont été effectuées.

1. Comparaisons HO - 3/4 HO - 1/2 HO et NO+

Les tableaux 5 a,b,c regroupent les moyennes de notes et les seuils de signification des différences pour tous les couples et pour les trois muscles / modes de cuisson utilisés.

a) Tendreté

C'est la caractéristique qui est la plus variable. Par exemple, pour le long dorsal toutes les différences sont significatives. Lorsque l'on passe des Holsteins aux 3/4 Holstein puis aux 1/2 Holstein, on observe un attendrissement de la viande et enfin un durcissement important pour les Normandes+.

Cet effet du type génétique sur la tendreté de la viande peut être résumé par la moyenne des notes de tendreté sur le graphique suivant :

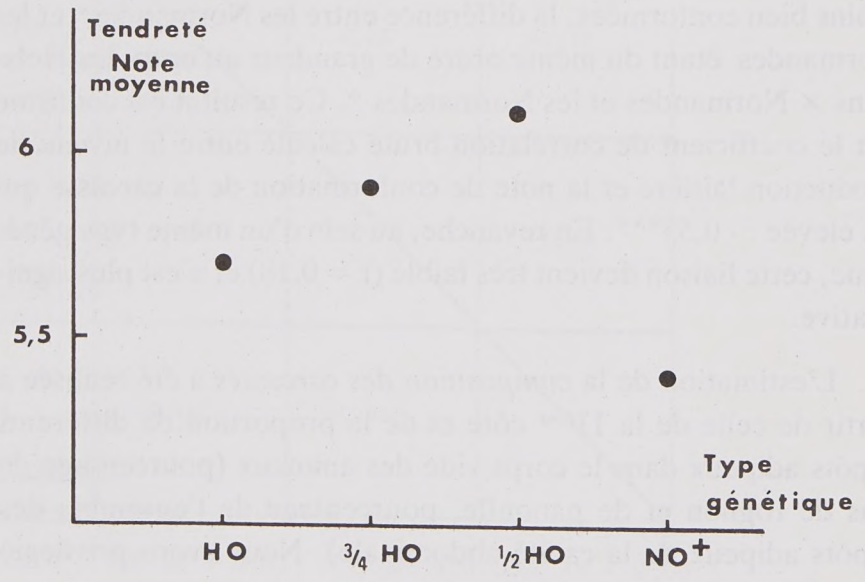


TABLEAU 5

Moyennes des notes de dégustation

Comparaisons	TENDRETE			JUTOSITE			FLAVEUR		
HO - 3/4 HO	6,0	**	6,9	6,4		6,4	6,0		5,5
HO - 1/2 HO	6,3	***	7,2	6,3		6,1	5,9		5,7
HO - NO$^+$	6,3	**	5,4	6,4	*	6,0	6,0	***	5,2
3/4 HO - 1/2 HO	6,8	*	7,3	6,6		6,4	5,8		5,9
3/4 HO - NO$^+$	6,8	**	6,2	6,6	*	6,1	5,8		5,5
1/2 HO - NO$^+$	7,4	***	5,9	6,5	*	6,1	5,9	***	5,3

-A- long dorsal steak

Comparaisons	TENDRETE			JUTOSITE			FLAVEUR		
HO - 3/4 HO	5,3	*	6,7	5,7		5,3	6,0		5,3
HO - 1/2 HO	5,7		5,2	6,1		6,3	5,9		5,6
HO - NO$^+$	5,5		4,7	5,9		5,7	6,0		5,8
3/4 HO - 1/2 HO	6,0	*	5,1	5,3	**	6,4	5,5		5,4
3/4 HO - NO$^+$	6,0	*	5,2	5,2		5,5	5,4		5,7
1/2 HO - NO$^+$	5,4		5,1	6,4	**	5,5	5,7		5,6

-B- gros anconé steak

Comparaisons	TENDRETE			JUTOSITE			FLAVEUR		
HO - 3/4 HO	5,4		6,2	6,4		5,6	5,6		5,0
HO - 1/2 HO	5,2		4,9	6,2	*	5,3	5,8		5,2
HO - NO$^+$	5,2	**	3,9	6,2	***	4,5	5,7	**	4,6
3/4 HO - 1/2 HO	4,6	*	5,3	5,3		5,7	5,2		5,3
3/4 HO - NO$^+$	4,5		4,5	5,3	*	4,8	5,1		4,8
1/2 HO - NO$^+$	5,0	*	4,2	5,4	*	4,9	5,4	*	4,9

-C- gros anconé rôti

b) Jutosité

Les variations sont moins importantes que pour la tendreté et semblent plus aléatoires. Cette caractéristique est très influencée par le degré de cuisson qu'il est difficile de standardiser. Cependant, la viande des Normandes+ est en moyenne jugée plus sèche que celle des croisées ou des Holsteins.

c) Flaveur

Cette caractéristique varie assez peu et seules les Normandes+ reçoivent une note plus basse que les autres types génétiques.

2. Comparaison NO+ -NO-

TABLEAU 6

Moyennes des notes de dégustation pour la comparaison NO+ NO-

	TENDRETE		JUTOSITE		FLAVEUR	
	NO^+	NO^-	NO^+	NO^-	NO^+	NO^-
long dorsal steak	7,0	7,0	6,7	7,0	5,9	6,1
gros anconé steak	5,6	5,8	6,2	6,5	5,8	5,7
gros anconé rôti	5,0	5,1	5,0	5,0	5,2	5,4

On ne note aucune différence significative entre les NO+ et les NO- quels que soient la caractéristique organoleptique, le muscle ou le mode de cuisson.

Des différences notables de qualité de viande sont donc observées lorsque l'on compare des animaux de génotype différent (HO, 3/4 HO, 1/2 HO, NO +), par contre, l'effet d'une sélection laitière divergente au sein d'une même race (NO+, NO-) se révèle peu important sur ces caractéristiques.

Conclusion

La première conclusion que l'on peut tirer de ces travaux est d'abord qu'il est particulièrement difficile d'assurer l'abattage des vaches de réforme dans un état d'engraissement à peu près constant. Le pointage en vif n'est en effet qu'un prédicteur peu précis. Par ailleurs, certains animaux terminent leur dernière lactation dans un état d'engraissement trop avancé.

La seconde conclusion est que l'on retrouve chez ces femelles adultes des variations entre types génétiques comparables à celles que nous avons observées sur des taurillons de 16 mois (COLLEAU *et al.*, 1983) : le rendement en carcasse des animaux croisés Holstein et des Holsteins purs est plus faible que celui des animaux Normands et leurs carcasses sont moins bien conformées (compacité moins favorable, épaisseur du faux-filet et de la cuisse moindre correspondant à des muscles plus plats) ces dernières contiennent, en outre, pour une même proportion de dépôts adipeux plus d'os et moins de muscles.

En ce qui concerne l'état d'engraissement des animaux, la situation est plus complexe. Il est influencé d'une part par la recherche d'un même état au moment de l'abattage et d'autre part par les éventuelles erreurs systématiques d'appréciation en vif (surestimation de l'état en race Normande et sous estimation en race Holstein ?). L'influence de ces facteurs ainsi que l'existence d'effectifs réduits en race Holstein font qu'il n'est pas possible de classer les différents génotypes entre eux. En revanche, lorsque l'on raisonne à l'intérieur d'un groupe *a priori* homogène (type génétique × groupe de lactation), la proportion de dépôts adipeux dans la carcasse est extrêmement sensible au niveau laitier antérieur, les vaches les plus laitières étant en moyenne les plus maigres.

Les caractéristiques organoleptiques de la viande des Holsteins se révèlent plus satisfaisantes que celles des Normandes, principalement en ce qui concerne la tendreté. Elles sont toutefois un peu moins favorables que celles des croisées Holstein. Concrètement, cela veut dire que dans la longue liste des défauts de la Holstein dans le domaine de ses aptitudes bouchères, il ne faut, sans doute, pas ajouter celui d'une moins bonne qualité de la viande.

En conclusion, on peut dire que l'orientation laitière par changement de race et passage à la Holstein s'accompagne sur les vaches de réforme d'effets le plus souvent défavorables (rendements et conformations...) qu'il n'est très vraisemblablement pas possible de corriger par des méthodes d'engraissement appropriées. En revanche, les effets néfastes d'une sélection laitière intra race (NO+ / NO-) sur les aptitudes bouchères des animaux semblent beaucoup plus faibles et surtout semblent pouvoir être réduits par des durées d'engraissement plus importantes.

Références bibliographiques

BOCCARD R., DUMONT B.L., 1980. Beef quality from cull cows. In « *The cull cow as a Beef Producer* » EEC Seminar, Rome Allen et Romita, éd., 137-149.

COLLEAU J.J., TANGUY D., BOULANGER P., LE MEZEC P., 1982. Nouvelles prévisions concernant la diffusion des gènes Holstein à l'intérieur de la population Pie Noire Française. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **50,** 65-68.

COLLEAU J.J., LEFEBVRE J., DUPONT M., FELGINES C., WIMITZKY M., 1983. Sélection laitière divergente en race bovine Normande. I. Effets sur la production de viande des taurillons. *Génét. Sél. Evol.,* **15** (1), 119-146.

ROBELIN J., GEAY Y., 1975. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 11ème côte. I. Composition anatomique de la carcasse. *Ann. Zootech.,* **24,** 391-402.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 53-57

Croissance différentielle des régions musculaires des bovins de la naissance à l'état adulte
Variations selon le génotype et le sexe

J. ROBELIN
avec la collaboration de R. JAILLER

Laboratoire de la Production de Viande

Dans les systèmes de commercialisation traditionnels, la valeur d'une carcasse dépend surtout de son poids et de ce que l'on nomme sa qualité ; ce critère très synthétique recouvre essentiellement deux caractéristiques qui sont l'état d'engraissement et la conformation. Cette dernière est sensée refléter l'importance et la répartition des masses musculaires. Toutefois, il est maintenant assez clairement démontré que cette méthode d'appréciation est peu précise.

Dans les nouveaux systèmes de commercialisation faisant intervenir le désossage à chaud, la valeur d'une carcasse dépend presque directement du poids réel des muscles des différentes catégories, à griller, à braiser ou à bouillir. Il est donc très important de connaître la répartition des différentes régions musculaires, son évolution avec l'âge et le poids des animaux et ses variations selon le génotype ou le sexe. La mesure de cette répartition nécessite la dissection complète des carcasses, muscle par muscle, sans découpe préalable, et la pesée des différents muscles ainsi séparés.

Depuis un peu plus d'une décennie, différents travaux ont été entrepris dans le monde sur ce sujet. Les plus connus sont ceux de l'équipe de Butterfield en Australie, dont l'ensemble des résultats est présenté dans un ouvrage (Berg et Butterfield 1976). Ils concernent surtout les animaux mâles castrés des races Anglo-Saxonnes (Angus, Hereford, etc.) et ne peuvent pas servir de référence pour les animaux utilisés en France. C'est pourquoi nous avons également entrepris ce type de travaux vers les années 70 (Robelin et Geay, 1976).

Nous disposons maintenant d'un nombre important de résultats sur des bovins mâles Pie-noirs et Charolais de la naissance à l'état adulte, sur des mâles Limousins et Salers entre 300 et 550-650 kg et enfin sur des vaches adultes de race Pie-Noire. Ce sont ces résultats qui sont présentés dans cet article.

I - Evolution avec l'âge des différentes régions musculaires

Nous avons disséqué 110 bovins mâles Pie-Noirs âgés de 0 à 750 jours et pesant de 37 à 760 kg. Ces animaux ont tous eu le même mode d'élevage : il ont été sevrés vers l'âge de 100 jours et ont reçu ensuite, quasiment à volonté, une ration comportant de 60 à 70 % d'aliments concentrés. L'évolution de la composition corporelle de ces animaux a déjà fait l'objet d'un article (Robelin, 1979). Nous en rappelons toutefois les faits les plus importants. Le rendement en carcasse (poids de carcasse % poids vif vide), s'accroît de 61 à 65 %. La proportion de muscles dans le corps vide augmente de 37 à 45 % entre la naissance et l'âge de 120 jours (poids vif de 132 kg), puis décroît jusqu'à 38 % chez les animaux les plus âgés. Ainsi le pourcentage de muscles dans la carcasse s'accroît de 61 à 71 % durant le début de la vie postnatale, puis décroît jusqu'à 58 % ultérieurement.

L'évolution du poids des différentes régions musculaires exprimé en pourcentage du poids total de la musculature est représentée sur la figure 1. Ces différentes régions, qui correspondent à un ensemble de muscles bien déterminé, ont été décrites en détail dans l'article cité précédemment (Robelin et Geay, 1976). Schématiquement, on distingue : 1 - la région cervicale constituée des muscles du collier, 2 - la région pectorale comprenant les muscles plats recouvrant la cage thoracique, 3 - la région abdominale constituée des quatre muscles de la paroi abdominale, 4 - la région dorsale avec l'ensemble des muscles qui longent la colonne vertébrale (dont le long dorsal et les psoas ou filet), 5 et 6 - respectivement les muscles des membres antérieurs et postérieurs.

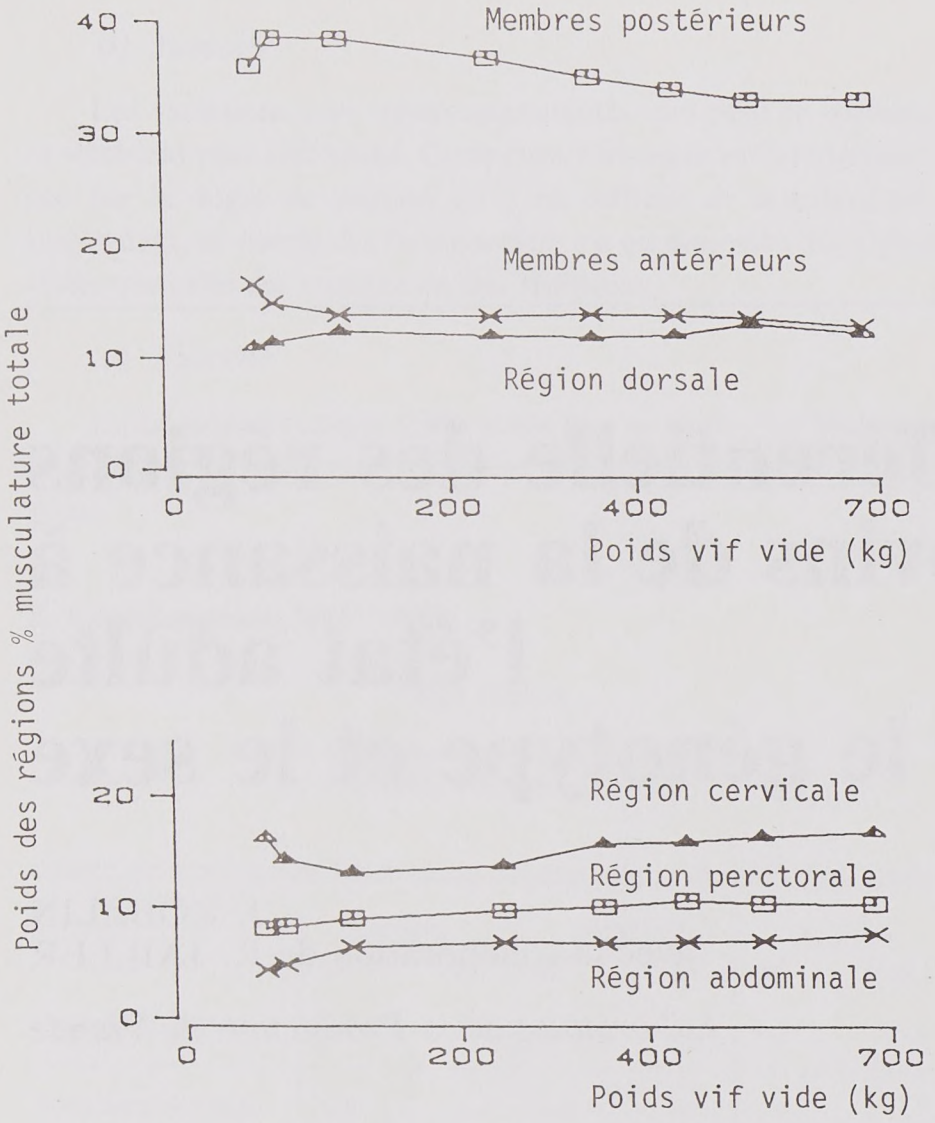


FIG. 1 : *Evolution de la répartition des masses musculaires au cours de la croissance chez les bovins Pie-Noirs*

L'analyse graphique des résultats présentés sur la figure 1 met en évidence une évolution lente de la répartition des muscles avec l'âge des animaux. De plus, dans le cas des membres postérieurs et antérieurs et pour la région pectorale, on doit considérer deux phases dans cette évolution, la première correspondant au début de la phase postnatale, jusqu'à un poids vif d'environ 100-150 kg, la seconde à la suite de cette phase.

Ainsi, alors que le pourcentage de muscles dans les membres postérieurs s'accroît de 36 à 39 % de la musculature totale durant la première phase postnatale, il décroît ultérieurement. De même, la proportion des muscles du garrot décroît au début de la vie postnatale de 17 à 13 %, puis s'accroît durant la phase suivante. Enfin, le pourcentage des muscles des membres antérieurs qui décroît après la naissance de 16 à 14 %, reste stable ultérieurement.

Durant la seconde phase, qui est la plus importante d'un point de vue pratique, on observe essentiellement une diminution de la proportion des muscles des membres postérieurs de 39 à 33 % de la musculature totale, et un accroissement simultané de ceux des régions de moindre valeur bouchère, telles que la région cervicale qui s'accroît de 13 à 17 % ou encore la région abdominale qui passe de 7 à 8 % de la musculature totale.

Cette analyse graphique est confirmée par l'analyse statistique dont les résultats sont rapportés au tableau 1. Dans cette analyse on a étudié l'évolution du poids des différentes régions musculaires (Y en kg) en fonction de celui de la musculature totale (X en kg), selon la relation allométrique classique :

$$\text{Log}\,(Y) = b0 + b1\ \text{Log}\,(X)$$

Dans cette équation, le coefficient "b1" est appelé coefficient d'allométrie ; il représente la croissance relative de Y par rapport à celle de X. Une valeur de "b1" supérieure à 1, comme dans le cas des régions cervicale (1,30) et pectorale (1,16), signifie que ces régions se développent plus rapidement que l'ensemble de la musculature : leur proportion dans la musculature totale s'accroît lorsque le poids des muscles totaux augmente. A l'opposé, une valeur de "b1" inférieure à 1, comme dans les membres postérieurs (0,84), indique que cette région se développe moins rapidement que les autres. Enfin, une valeur de "b1" voisine de 1, comme dans les membres antérieurs ou la région abdominale, indique que ces régions se développent au même rythme que l'ensemble de la musculature.

TABLEAU 1

Evolution du poids des différentes régions musculaires (Y;kg) en fonction du poids total de la musculature (X;kg) : Log (Y) = b0 + b1 Log (X).
Valeurs du coefficient d'allométrie b1 et des coefficients b0 chez les bovins mâles Pie-Noirs (PN), Charolais (CH), Limousins (LI) ou Salers (SL) et les vaches adultes (VA) Pie-Noires

	Coefficients b0					Coefficient
	PN	CH	LI	SL	VA	b1
Régions :						
Pectorale	-3.053	-3.084	-3.067	-3.155	-3.186	1.16
Cervicale	-3.354	-3.432	-3.396	-3.314	-3.441	1.30
Dorsale	-1.816	-1.799	-1.838	-1.807	-1.770	0.95
Abdominale	-2.758	-2.825	-2.873	-2.904	-2.696	1.03
Membres antérieurs	-1.884	-1.922	-1.949	-1.868	-1.860	0.98
Membres postérieurs	-0.225	-0.155	-0.144	-0.199	-0.205	0.84

Exemple : On peut calculer le poids des muscles de la région pectorale (Y;kg) des mâles Pie-Noirs à partir du poids total de muscles (X;kg) grâce à l'équation suivante :
log (Y) = -3.053 + 1.16 Log (X)

Ces coefficients d'allométrie montrent que l'ensemble des muscles à valeur bouchère élevée, région dorsale et membres postérieurs, tend à constituer une proportion de moins en moins importante de la musculature au fur et à mesure que les animaux deviennent plus lourds, de 50 % chez les bovins de 120 kg à 45 % environ chez ceux de 700 kg. Ce résultat peut sembler surprenant, car ces régions sont reconnues pour avoir un développemnt tardif, au cours de la finition ; il est pourtant conforme à ce qu'ont observé Berg et Butterfield (1976) sur des bouvillons de type plus précoces, ou encore Bergstrom (1978) sur des mâles entiers de race Pie-Noire.

Enfin on peut retenir de ces résultats que pour un poids de muscles de 200 kg, c'est-à-dire au voisinage de l'abattage, les muscles des régions à valeur bouchère élevée, région dorsale et membres postérieurs, représentent respectivement 12 et 35 % de la musculature totale. Ceux de la région cervicale représentent 16 %, ceux des membres antérieurs 14 %, ceux de la région pectorale 10 % et ceux de la région abdominale 7 %. Le complément à 100 %, à savoir 5 à 6 %, est constitué par les muscles intercostaux situés entre les côtes ou reliant ces dernières au sternum.

II - Variations de la répartition des masses musculaires selon le génotype

On a également mesuré la répartition des masses musculaires de 136 autres bovins mâles, 56 Charolais d'un poids compris entre 47 et 700 kg, 50 Limousins pesant entre 280 et 650 kg, et enfin 30 Salers pesant entre 260 et 570 kg.

On observe tout d'abord entre ces animaux des différences de rendement en carcasse et en muscles qui sont maintenant bien connues (cf. Geay et Malterre 1973 ; Robelin, 1979...). Les animaux des races à viande (Limousine et Charolaise) ont au poids vif vide de 550 kg, un rendement en carcasse (poids de carcasse chaude / poids vif vide) supérieur à celui des Salers et des Pie-Noirs (respectivement 70, 68, 66 et 65 %). De plus les animaux Limousins et Charolais renferment dans leur carcasse un pourcentage de muscles plus élevé (respectivement 75 et 71 %) que celui des Salers (70 %) et des Pie-Noirs (61 %).

La comparaison de la répartition des masses musculaires chez ces animaux de différents génotypes a été effectuée par analyse de covariance. Les coefficients des équations résultant de cette analyse sont rapportés au tableau 1 ; on a estimé à partir de ces équations, le poids des régions musculaires chez ces différents types d'animaux, pour un même poids total de muscles de 200 kg qui correspond donc à des poids de carcasse assez différents selon le génotype ; cette comparaison est illustrée sur la figure 2. Le fait le plus marquant est la faible amplitude des différences dans la répartition des muscles ; ce sont les muscles de la région abdominale qui présentent la plus grande variabilité entre génotypes, de l'ordre de 14 % en valeur relative par rapport à leur poids. Cependant cette variation ne représente quantitativement que 1,5 kg. Ce sont les muscles des membres postérieurs qui présentent la variabilité inter-génotypique la plus grande en valeur absolue ; elle atteint 5,8 kg.

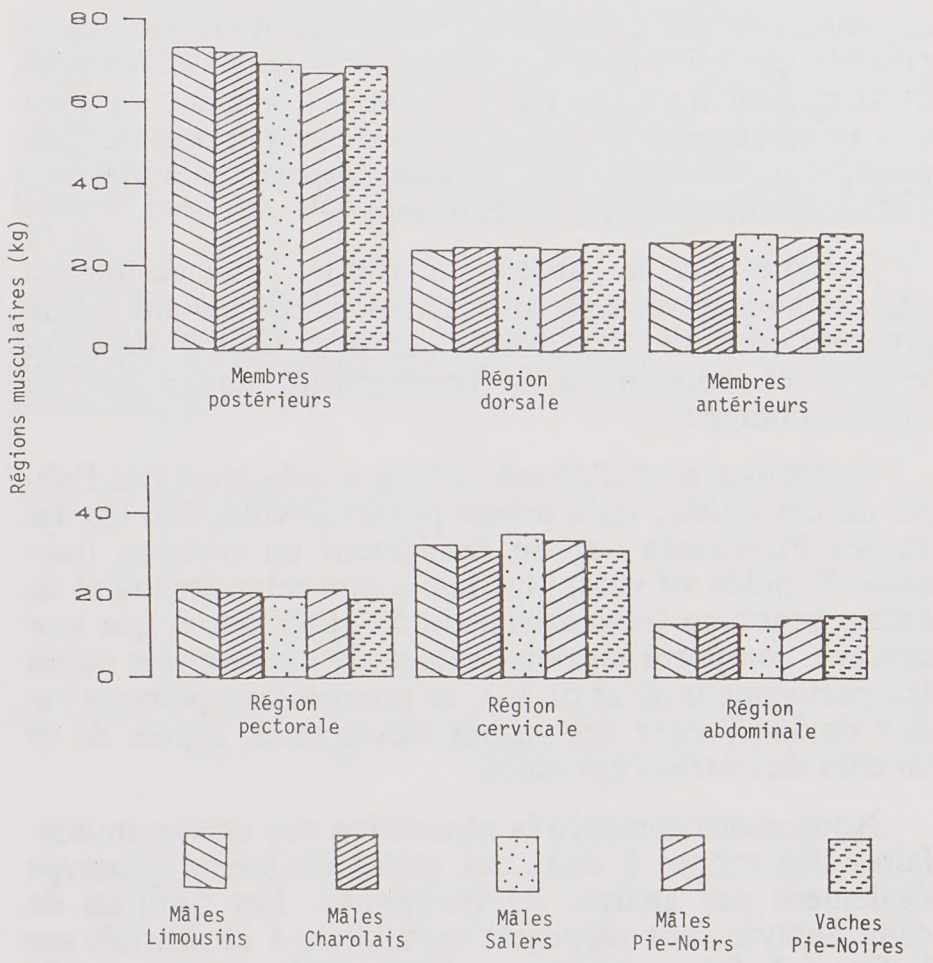


FIG. 2 : *Variations de la répartition des masses musculaires selon le génotype et le sexe : comparaison à même poids total de muscles (200 kg)*

A même poids total de muscles (200 kg), les animaux des races à viande se caractérisent par un poids de muscles dans les membres postérieurs (73,1 et 72,2 kg respectivement chez les Limousins et les Charolais) plus élevé que celui des Salers (69,1 kg) ou des Pie-Noirs (67,3 kg). En revanche, leurs régions cervicale et abdominale ainsi que leurs membres antérieurs sont moins développés : l'ensemble de ces trois régions représente respectivement 71,3 et 71,6 kg chez les Limousins et les Charolais contre 75,8 et 76,0 chez les Salers et les Pie-Noirs. Les muscles dorsaux ne varient que de 24,1 à 25,1 kg. Ainsi, chez des bovins mâles ayant le même poids de muscles (200 kg), les régions à valeur bouchère élevée, région dorsale et membres postérieurs, varient de 97 kg environ chez les animaux des races à viande, à 94 kg chez les Salers et 92 kg chez les Pie-Noirs.

III - Variations de la répartition des masses musculaires selon le sexe

On a également mesuré, selon la même méthode, la répartition des masses musculaires de 20 vaches adultes de génotype Pie-Noir, abattues dans différentes conditions de finition, allant de l'état émacié (environ 5 % de dépôts adipeux totaux dans le corps vide) à un état d'engraissement extrême (plus de 25 % de dépôts adipeux), résultant d'une période de finition de 150 jours. A titre d'exemple, on a rapporté au tableau 2 la répartition des masses musculaires des deux lots les plus extrêmes. On constate que l'état de finition n'a une influence chez des vaches de ce génotype laitier, ni sur le poids de muscles qui reste voisin de 180 kg, ni sur la répartition de ces muscles : ainsi, bien que la conformation de ces animaux soit très nettement améliorée par la période de finition, le pourcentage des muscles du dos ou des membres postérieurs reste constant et respectivement égal à 13 et 35

% de la musculature totale. Ces résultats ont été obtenus sur des vaches laitières relativement âgées. Il est possible que chez des vaches de race à grand développement musculaire telles que nos races à viande, ou chez des animaux plus jeunes (4-5 ans), une période de finition permette de reconstituer les réserves musculaires ; cette hypothèse mérite d'être testée.

Compte tenu de l'absence d'effet de l'état de finition dans nos résultats, nous avons rassemblé dans un même groupe l'ensemble des 20 animaux pour la suite de notre analyse et notamment la comparaison aux mâles de même génotype.

Rappelons tout d'abord, même si cela n'est pas l'objet de cet article, qu'à même poids vif vide, 550 kg, les vaches Pie-Noires ont un rendement en carcasse (carcasse % poids vif vide) plus faible que celui des mâles de même génotype (respectivement 59 et 65 %), et que leur carcasse comporte un pourcentage de muscles très voisin (respectivement 59 et 61 %), ce pourcentage pouvant varier de 56 % chez des vaches très grasses, à près de 69 % chez des vaches émaciées.

Nous avons comparé la répartition des masses musculaires des vaches à celle des mâles de même génotype également par analyse de covariance. Les résultats de cette analyse sont rapportés au tableau 1 et illustrés sur la figure 2. Pour un même poids total de muscles de 200 kg, les vaches Pie-Noires ont moins de muscles que les mâles de même génotype dans la région cervicale (–2,8 kg) et dans la région pectorale (–2,7 kg) ; en revanche, elles renferment plus de muscles dans la région dorsale (+1,1 kg, dans la région abdominale (+1,1 kg), dans les membres antérieurs (+0.7 kg) et surtout dans les membres postérieurs (+1,4 kg). Ainsi les vaches adultes renferment, à même poids de muscles, environ 2,5 kg de muscles de plus que les mâles dans les régions à valeur bouchère élevée.

Conclusion

Les différences de valeur commerciale entre les carcasses d'animaux de génotype ou de sexe différents résultent surtout de leur rendement en muscles totaux qui peut varier de 60 à 75 % du poids de carcasse. Ainsi, les animaux des races à viande (Charolaise ou Limousine) peuvent produire des carcasses très lourdes (380-400 kg), sans excès de gras, et comportant un pourcentage de muscles élevé (71-75 %). A l'opposé, les animaux des races laitières produisent des carcasses plus légères (300-320 kg) et comportant un pourcentage de muscles beaucoup plus faible (60-62 %).

Comparées à ces variations très importantes, les différences de répartition des masses musculaires entre animaux de génotype ou de sexe différent sont de faible amplitude. Les conséquences commerciales de ces différences devraient donc être limitées ; en effet, si l'on fait l'hypothèse que les muscles des régions à valeur bouchère élevée ont en moyenne une valeur commerciale double de celle des autres muscles, la meilleure répartition musculaire des animaux Charolais ou Limousins ne devrait entraîner qu'une plus-value d'environ 2 % par rapport à des animaux de race laitière, si leur carcasse renfermait le même poids de muscles. Aussi imprécise que soit son estimation, cette plus-value très faible, montre à quel point la différence de valeur commerciale entre les carcasses d'animaux de divers génotypes résulte donc très peu de la répartition des masses musculaires. Cette constatation ne signifie pas que la forme des muscles ne puisse pas avoir une répercution sur la valorisation des carcasses en boucherie traditionnelle. Elle montre seulement que, dans le cas d'une valorisation après désossage à chaud, c'est avant tout le poids de muscles qui détermine la valeur de la carcasse.

TABLEAU 2

Composition corporelle et répartition des masses musculaires de vaches adultes Pie-Noires émaciées ou après 150 jours d'engraissement

	Avant finition	Après finition
Poids vif (kg)	421	569
Poids de carcasse (kg)	262	334
Poids des mucles (kg)	182	190
Poids des dépôts adipeux de la carcasse (kg)	67	165
Régions musculaires % muscles totaux :		
Pectorale	8.8	9.4
Cervicale	14.4	15.3
Dorsale	13.8	13.1
Abdominale	7.4	7.3
Membres antérieurs	14.2	14.1
Membres postérieurs	35.3	35.4

Références bibliographiques

BERG R.T., BUTTERFIELD R.M., 1976. New concepts of cattle growth. Sydney University Press., 240 pp.

BERGSTROM P.L., 1978. Sources of variation of muscle weight distribution. In H. de Boer and J. Martin "Patterns of growth and development in cattle". p.91-132. The Hague Martinus-Nijhof.

GEAY Y., MALTERRE C., 1973. Croissance, rendement et composition des carcasses de jeunes bovins de différentes races. Bull. Techn. C.R.Z.V.-Theix I.N.R.A., 14, 17-20.

ROBELIN J., 1979. Evolution de la composition corporelle chez le jeune bovin mâle au cours de la croissance : variations selon le génotype. Bull. Techn. C.R.Z.V.-Theix I.N.R.A. ,38 ,11-16.

ROBELIN J., GEAY Y., 1976. Répartition des masses musculaires chez le jeune bovin mâle entier et son évolution au cours de la période d'engraissement entre 8-9 et 16-17 mois. Ann. Zootech., 25, 273-279.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1984 (58) 59-66

Quelles spécifications pour les rations complètes des ruminants laitiers ? (1)

D. SAUVANT, S. GIGER

INA PG, Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zootechnie
16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05

Les principes et méthodes classiquement utilisés pour déterminer ou corriger les régimes alimentaires des ruminants ne s'appliquent pas directement dans le cadre de l'emploi des rations complètes. Dans ce contexte, la démarche à suivre s'apparente à celle qui est couramment appliquée pour les monogastriques, à savoir :

- d'une part, une caractérisation du kg de matière sèche de la ration à l'aide des composantes de sa valeur nutritive ou de certaines spécifications de composition ou d'incorporation des aliments à respecter ;

- d'autre part, l'emploi d'un modèle de prédiction de la quantité la plus probable de matière sèche totale ingérée.

Cette communication est consacrée à l'indication d'un certain nombre d'éléments de choix d'un modèle moyen d'investigation de matière sèche et à passer en revue les différentes spécifications proposées, en France ou à l'étranger, à propos des rations complètes destinées à des vaches laitières.

I. Les modèles et systèmes d'ingestion à appliquer

Pour les monogastriques, les spécifications de la ration s'appuient sur des lois qui décrivent le niveau d'ingestion le plus probable de la matière sèche par les animaux. Différentes lois sont utilisées afin d'intégrer les principales causes de variation (densité énergétique, génotype, température, rationnement...), une fois que les effets liés au poids ou au niveau de production ont été pris en compte.

Dans le cas des ruminants, le problème est plus complexe dans la mesure où l'ingestion dépend de deux modes de régulation de l'appétit et où il y a existence de phénomènes de substitution entre les aliments concentrés et grossiers.

Le système des unités d'encombrement (U.E.) représente un potentiel de progrès important pour le rationnement des ruminants puisqu'il permet en particulier d'intégrer :

. les différences d'ingestibilité des aliments,

. les substitutions entre aliments concentrés et grossiers.

Le système des U.E. ne semble cependant pas être totalement adapté au contexte des rations complètes dans la mesure où les proportions des fourrages et des aliments concentrés ne sont classiquement pas déterminées dans ces rations en intégrant des phénomènes de substitution. Cependant, dans la mesure où le système des U.E. maximise la proportion des fourrages dans la ration, il peut être utilisé si le critère essentiel de décision correspond à ce choix (2). Dans le cas où il y a plusieurs fourrages, ils se substituent selon le rapport de leurs valeurs d'encombrement ; en outre, dans cette situation, la détermination de la valeur des U.E. des aliments concentrés n'est pas évidente.

Compte tenu de ces limites, il peut être utile, dans un premier temps, de s'appuyer sur des lois moyennes d'ingestion de matière sèche observées pour des vaches ingérant des rations mixtes. De nombreuses observations expérimentales et modèles de prévision ont été décrits par différents auteurs. En pratique, deux situations doivent être distinguées pour l'application de ces modèles.

(1) Texte présenté au C.A.A.A. (Cycle Approfondi d'Alimentation Animale : « Pour ou contre les rations complètes » du 19 avril 1984.

(2) Ce critère de maximisation des fourrages produits n'est, par exemple, pas évident dans un contexte d'emploi de sous-produits locaux.

. La pleine lactation et la phase de tarissement

La figure 1 traduit l'application de différents modèles d'ingestion proposés pour des vaches de 600 kg de poids vif en milieu de lactation. Ces lois approximativement linéaires sont assez variables d'une référence à l'autre puisque plus de 3 kg de MSI / j peuvent les séparer pour un niveau de production donné.

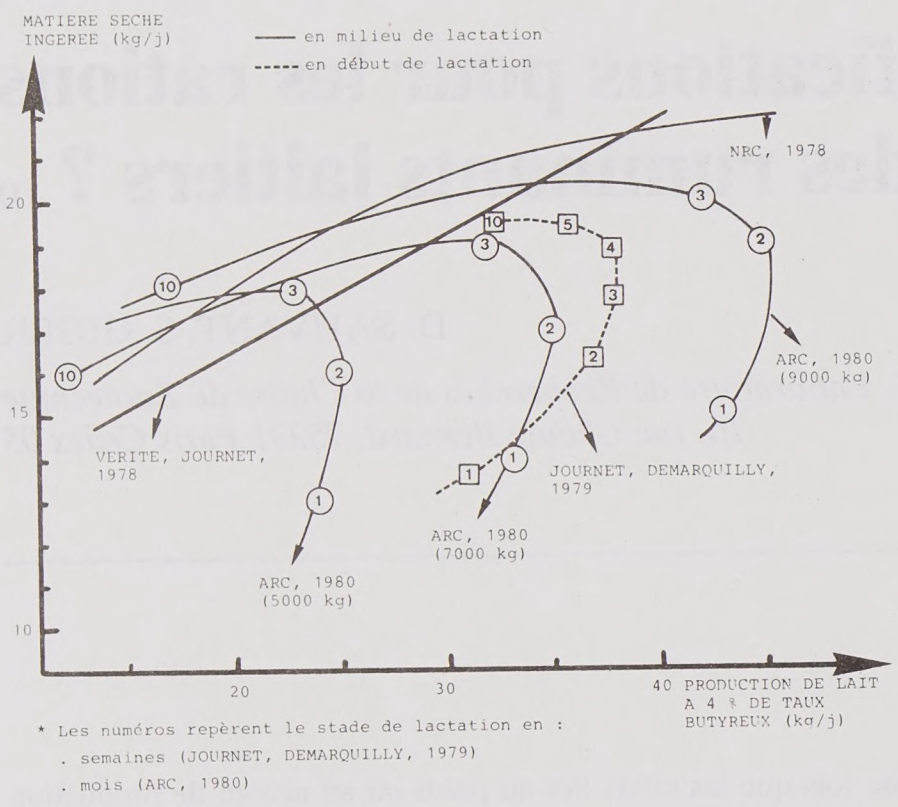


FIG. 1 : *Relation entre la production laitière et la quantité de matière sèche ingérée par la vache laitière*

. Le début de la lactation

A cette période, il est connu que la capacité d'ingestion est limitée par rapport aux besoins (INRA, 1978), ce qui a pour conséquence d'induire une sous-alimentation et des bilans nutritifs négatifs (fig. 2). A ce moment, les lois précédemment évoquées ne s'appliquent pas et une infinité d'abaques peut être proposée (INRA, ARC...) en fonction du stade de lactation et du niveau de production (fig. 1).

L'approche de la détermination ou de l'estimation de l'ingestion à partir de l'emploi d'abaques nous semble être plus précise que les propositions moyennes effectuées comme, par exemple, en Grande-Bretagne (tabl. 1) et en Israël (tabl. 2) pour les rations complètes. Cependant, la précision demeure très limitée et ces modèles supposent que, mis à part le début de la lactation, les concentrations énergétiques et azotées sont suffisantes pour couvrir les besoins des animaux (entretien, production, gain de poids de «récupération»).

On peut penser utiliser des modèles de prévision plus sophistiqués intégrant à la fois des paramètres liés à l'animal (capacité d'ingestion) et à la ration (ingestibilité). Ainsi, BROWN et CHANDLER (1976) ont proposé une équation de prévision de la matière sèche ingérée (MSI) intégrant non seulement le poids vif, la production et la composition du lait mais également la teneur en cellulose brute de la ration ; dans ce modèle, les teneurs en protéines brutes et concentré n'ont pas été prises en compte. L'intérêt pratique d'un tel modèle dépend essentiellement de la représentativité des données expérimentales utilisées pour l'établir.

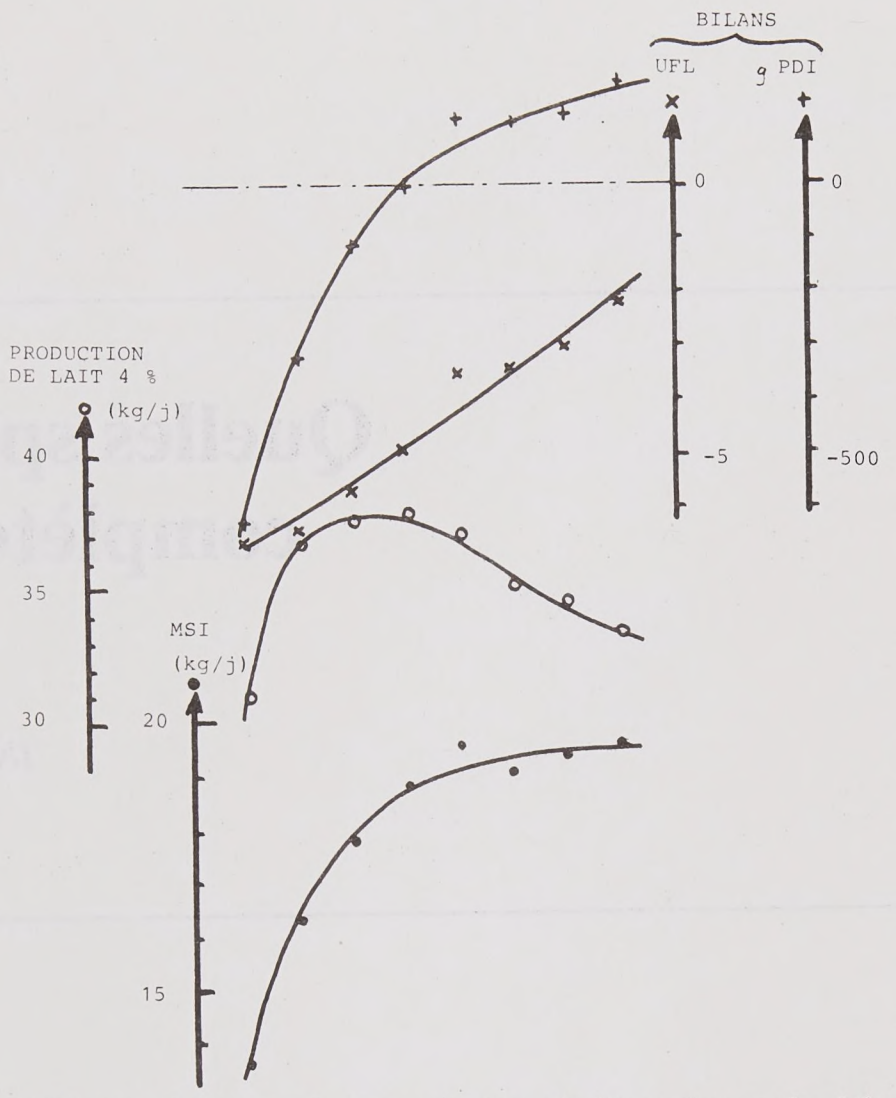


FIG. 2 : *Evolution de la production, de l'ingestion et des bilans nutritifs chez des fortes productrices en début de lactation* (JOURNET, DEMARQUILLY, 1979)

TABLEAU 1

Spécifications moyennes recommandées en Grande-Bretagne pour les rations complètes de vaches laitières

	TARISSEMENT	STADE DE LACTATION DEBUT	MILIEU	FIN
JOURS		0-100	100-200	200-305
MATIERE SECHE INGEREE (kg/j)	11	19	16.5	13.5
PRODUCTION MOYENNE DE LAIT A 4 % (kg/j) (ET EXTREMES)	0	30 (25-35)	20 (15-25)	10 (7-15)
CONCENTRATION EN ENERGIE DE LA RATION (UFL/MS) (1)	0.75	0.95	0.90	0.81
TAUX AZOTE DE LA RATION (N x 6.25 % MS)	12	16	14	12
PROPORTION DE FOURRAGES + PAILLE (2)	80-90	35-45	55-65	70-80

(1) Valeurs calculées sur la base des teneurs en énergie métabolisable ingérées

(2) Minimum recommandé en quantité : 6 kg MSI/j

TABLEAU 2

Spécifications appliquées en Israël pour des rations complètes de vaches laitières (AMIR, 1979)

	NIVEAU DE PRODUCTION (kg/j) 0	<20	20 à 30	30 à 40
MATIERE SECHE INGEREE PROBABLE (kg/j)	10.0	18.0	20.0	21.0
TAUX AZOTE (N x 6.25 % MS)	8.5	14.0	15.0	16.0
UFL/KG MS	0.64	0.93	0.93	1.04
CELLULOSE BRUTE (% MS)	15	14-18	14-18	14-17
Ca (g/kg MS)	3.6	4.1	4.7	5.3
P (g/kg MS)	3.0	3.3	3.5	3.9

Ces rations comprennent au moins 30 % de matière sèche de fourrages

II . Les principales spécifications des rations complètes

A. de valeur nutritive

1. L'énergie

En France, l'alimentation énergétique des animaux ruminants se raisonne en UFL et UFV (INRA, 1978). Sur la base des niveaux moyens d'ingestion de matière sèche proposée par VERITE *et al.* (1978), la concentration recommandée en énergie de la ration des vaches laitières varie en fonction du niveau de production de lait selon les modalités suivantes (fig. 3) :

- de 0,52 à 0,58 UFL / kg MS jusqu'à 5 kg de lait,
- selon le modèle suivant fonction de la production de lait à 4 p.100 (PL 4)

$$\frac{UFL}{MS} = 0{,}522 + 0{,}016\ PL4 \text{ entre 5 et 25 kg de lait}$$

- 0,93 UFL / MS au-dessus de 28 kg de lait.

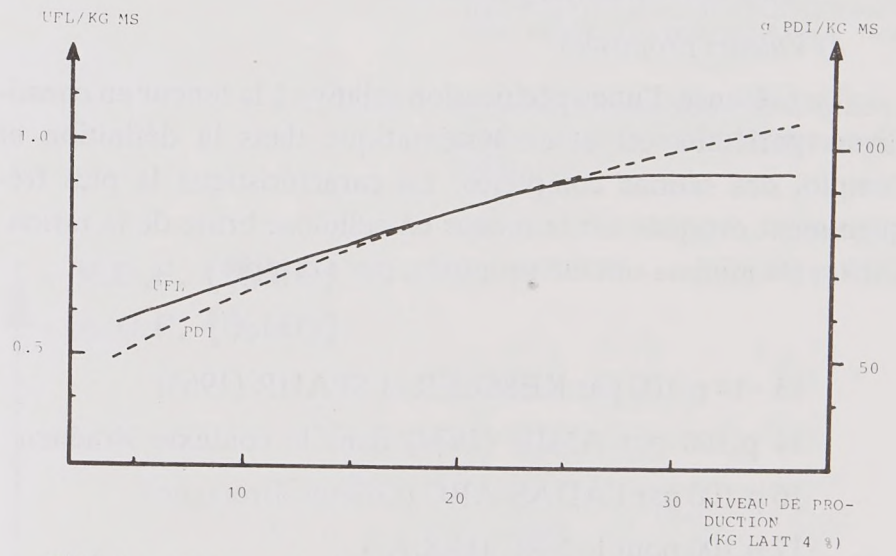


FIG. 3 : *Recommandations moyennes de concentration en énergie (UFL) et protéines (PDI) de la matière sèche des rations des vaches laitières* (INRA, 1978)

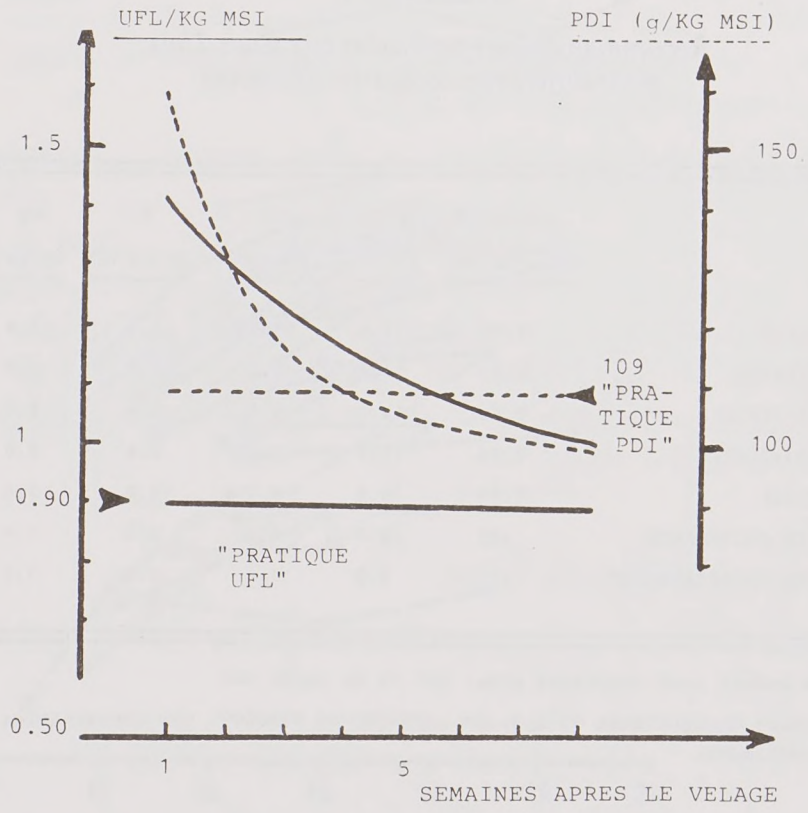
Ces recommandations semblent intégrer de façon satisfaisante l'existence du déficit énergétique du démarrage de la lactation et de la phase ultérieure de reconstitution des réserves corporelles. Ainsi, pour les 21 vaches hautes productrices citées par JOURNET et DEMARQUILLY (1979) (fig. 2) la concentration énergétique *théorique* de la ration varie largement au démarrage de la lactation (fig. 4). Par contre, si le déficit énergétique le plus probable est pris en compte (fig. 2) la concentration énergétique pratique devient constante, de l'ordre de 0,91 UFL / MS (fig. 4).

2. Les protéines

a) Le système PDI

En France l'alimentation azotée des animaux ruminants se raisonne à l'aide des PDI (INRA, 1978). Sur la base des niveaux moyens d'ingestion de matière sèche, *la concentration en PDI* de la matière sèche de la ration des vaches laitières (fig. 3) varie entre 5 et 30-35 kg de lait à 4 p.100 (PL4) selon le modèle (VERITE et *al.*, 1978) :

PDI = 49,3 + 1,65 PL4.



(1) données zootechniques : cf. la figure 2

FIG. 4 : *Evolution de la concentration « théorique » et « pratique » en UFL et PDI de la ration de vache laitière* (JOURNET, DEMARQUILLY, 1979)

Au démarrage de la lactation, il convient de ne pas excéder un déficit PDI cumulé supérieur à 10 kg / animal (250 g / j en 6 semaines) sous peine de casser les courbes de production (VERITE *et al.*, 1983). A cette période le besoin *PDI théorique* / kg MS est plus élevé que celui indiqué par l'équation ci-dessus (fig. 4). Si on intègre un déficit PDI proche de la limite précédente (fig. 2) la teneur en PDI de la ration demeure constante, de l'ordre de 109 g PDI / kg MSI, valeur correspondant à une production d'environ 36 kg de lait par l'équation ci-dessus.

Outre le respect des concentrations minimales en PDI évoquées ci-dessus, il convient également de tenir compte de la valeur du rapport $\frac{PDIE - PDIN}{UFL}$ de la ration, ce rapport devant avoir une valeur inférieure à 12 g et si possible être nulle au démarrage et en milieu de la lactation (VERITE, 1983). Cette recommandation est spécifique du système PDI et permet d'assurer un apport suffisant d'N fermentescible dans le régime. Dans certains pays étrangers, la solubilité de l'azote de la ration est parfois utilisée pour évaluer les parts respectives des grandes voies de la digestion de l'azote. Cette contrainte isolée est insuffisante dans la mesure où elle n'est pas associée à la valeur énergétique de la ration considérée.

b) La signification du taux de matières azotées

La valeur azotée de la ration est encore parfois appréciée uniquement par sa teneur en matières azotées (N × 6,25). Le tableau 3 indique, à titre d'exemple, les taux azotés recommandés pour différentes catégories de bovins aux Etats-Unis. Pour les vaches laitières, le taux azoté proposé varie entre 11 et 16 p.100 selon le niveau de production et est inférieur aux recommandations de la Grande-Bretagne (tabl. 1).

TABLEAU 3

Recommandations proposées aux Etats-Unis pour différentes catégories de bovins

	ENERGIE (UFL/kg MS)	N x 6.25 (% MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)	Mg (g/kg MS)
VACHE TARIE	0.78	11.0	3.7	2.6	1.6
VACHE (PL>14)	0.82	13.0	4.3	3.1	2.0
VACHE (11<PL<21)	0.88	14.0	4.8	3.4	2.0
VACHE (21<PL<29)	0.94	15.0	5.4	3.8	2.0
VACHE (>29)	0.99	16.0	0.6	4.0	2.0
BOVINS EN CROISSANCE	(2)	12.0	4.0	2.6	1.6
BOVINS EN ENGRAISSEMENT	(2)	8.5	2.4	1.8	1.6

(1) Les vaches sont supposées peser 600 kg de poids vif

(2) Valeurs énergétiques du système LOFGREEN et GARRETT, non convertibles directement.

TABLEAU 4

Comparaison de différentes recommandations d'apport azoté chez des vaches laitières à fort potentiel (1) (cité par JOURNET et coll., 1983)

SYSTEME	KG DE PROTEINES BRUTES/JOUR	PROTEINES BRUTES (% M.S.I.)
MAD (NRC - ETATS-UNIS)	3.55	16.9
MAD (EUROPE)	3.38 à 3.67	16.1 à 17.5
ARC (GRANDE-BRETAGNE) (1980)	2.85	13.6
BURROUGH et coll. (1975)	2.10	10.0
PDI (INRA 1978)	3.30	15.7
SATTER-ROFFLER (1975)	3.07	14.6
DANEMARK (2)	3.60	17.2
ALLEMAGNE (2)	3.20	15.3
PENNSYLVANIE (2)	3.10	14.8
SUISSE (2)	3.00	14.2

(1) Vaches de 625 kg de P.V., produisant 35 kg de lait 4 % et ingérant 21 kg MS

(2) Systèmes récents, comparaison de WALDO et GLENN, 1982

De nombreux travaux ont tenté d'évaluer le taux azoté recommandé optimal des vaches laitières. CLARK et DAVIS (1980) ont réalisé une synthèse démontrant l'intérêt d'atteindre un taux azoté de 18 p.100 au démarrage de la lactation. D'autre part, récemment, JOURNET *et al.* (1983) ont réalisé une synthèse de la bibliographie et de leurs travaux ; leurs conclusions vont dans le même sens que celles des auteurs précédents (fig. 5). JOURNET *et al.* (1983) ont également montré que les différents systèmes proposés actuellement pouvaient aboutir à des recommandations très différentes de taux azoté pour un même type d'animal (tabl. 4) : le raisonnement de l'apport azoté cantonné à la connaissance du taux azoté de la ration manque de précision par rapport aux possibilités actuellement permises par le système PDI.

3. Les lipides

Cette contrainte a été assez rarement proposée dans la bibliographie. La teneur recommandée en extrait éthéré varie entre 0,5 et 1 p.100 de la MS de la ration.

4. Les minéraux et les vitamines

Pour ces éléments, les recommandations classiques s'appliquent sans problème puisqu'elles sont habituellement exprimées par kilogramme de matière sèche de la ration. Les différentes teneurs proposées sont indiquées et justifiées dans « *L'Alimentation des Ruminants* » (INRA, 1978) et dans l'article de BOUCHET et GUEGUEN (1983).

5. La teneur en matière sèche

D'après RICKABY (1979), la teneur en matière sèche des rations complètes doit être supérieure à 40 p.100 sous peine de modifier les fermentations ruminales et de diminuer l'ingestion de matière sèche.

B. De composition glucidique

1. Les constituants pariétaux

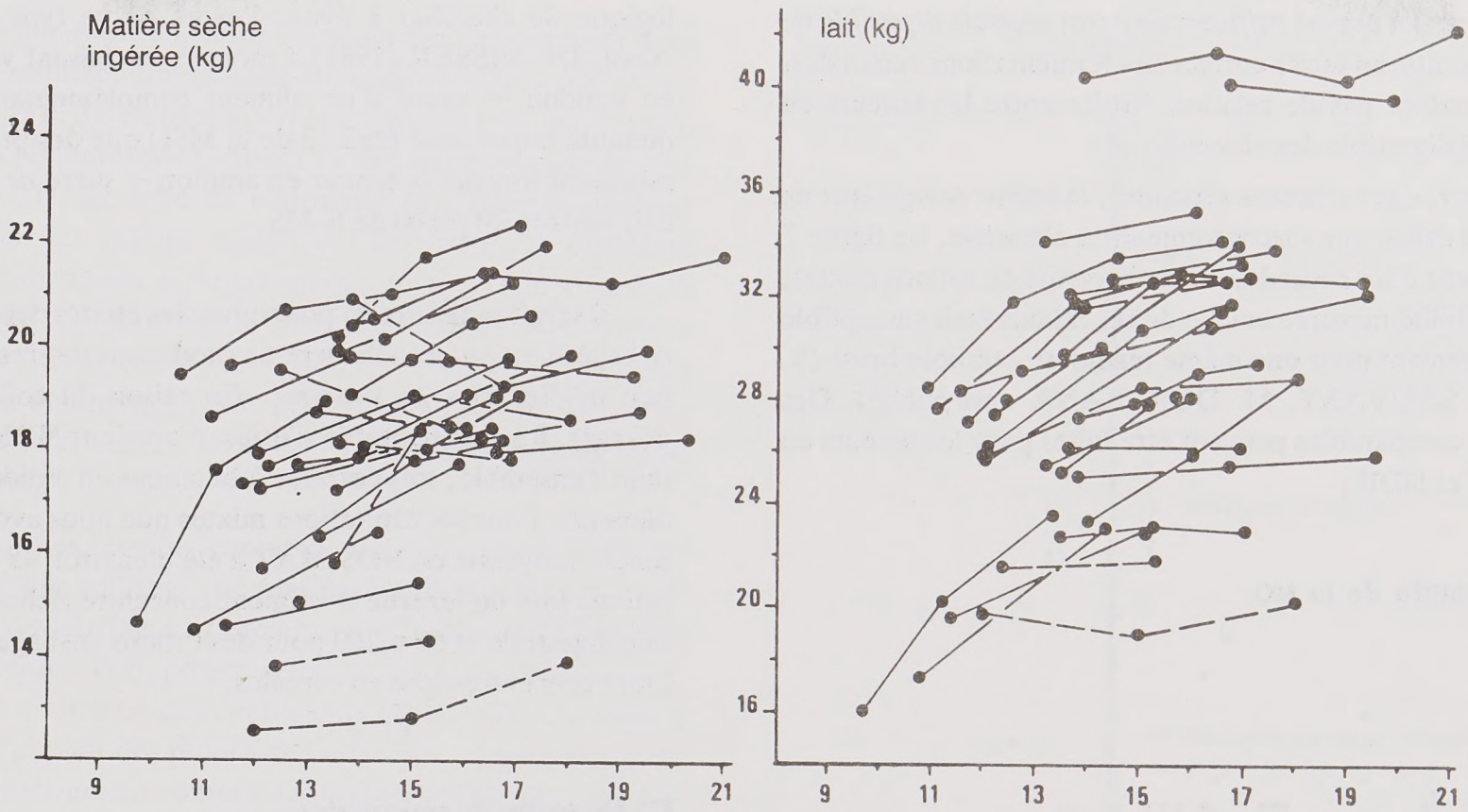
a) Valeurs proposées

La présence d'une spécification relative à la teneur en constituants pariétaux est assez systématique dans la définition et l'emploi des rations complètes. La caractéristique la plus fréquemment évoquée est la teneur en cellulose brute de la ration. Différents minima ont été proposés, par exemple :

. 13 - 14 p.100 par KESSLER et SPAHR (1964)
. 14 p.100 par AMIR (1979) dans le contexte israélien
. 16 p.100 par l'ADAS-ARC (Grande-Bretagne)
. 17 p.100 pour le NRC (U.S.A.).

Des informations plus précises sont parfois fournies sur les teneurs minimales recommandées en cellulose brute. Ainsi, des variations de quelques points sont parfois proposées en fonction du niveau de production des animaux (tabl. 2) ou selon la qualité du fourrage. Par exemple, lorsque la proportion de fourrages de bonne qualité est importante la proportion de cellulose brute peut atteindre 18 p.100 de la MS (AMIR, 1979). Cependant, cet auteur indique qu'en pareille situation, il convient de maintenir au moins 8 à 9 p.100 MS de cellulose brute de fourrage sous peine de faire chuter le taux butyreux (résultats d'une enquête réalisée sur des animaux produisant 36,9 kg lait/jour au moment de la saisie des informations).

Dans la mesure où la teneur en constituants pariétaux est corrélée à des valeurs d'ingestion et de teneur en énergie de ration, il est judicieux de chercher à associer ces trois paramètres au sein d'un même modèle. Dans ce but, CHANDLER et WALKER (1972) ont proposé trois ensembles de valeur de teneur en cellulose brute dans la ration de vaches laitières dans leur modèle de formulation entre 14 et 24 p.100. Ces valeurs sont déterminées en relation avec l'ingestion de matière sèche et la satisfaction des besoins énergétiques.



BARNEY *et al.*, 1981 ; CLAY *et al.*, 1978 ; CLAY and SATTER 1979 ; CLAYPOOL *et al.*, 1980 ; COWAN *et al.*, 1981 ; FOLDAGER and HUBER 1979 ; FOLMAN *et al.*, 1981 ; GRIEVE *et al.*, 1974 ; HOLTER *et al.*, 1982 ; KWAN *et al.*, 1977 ; LUNDQUIST *et al.*, 1981 ; MURDOCK and HODESON 1979 ; POOS *et al.*, 1979 ; ROFFLER *et al.*, 1978 ; ROFFLER and THACKER 1983 ; STOKES *et al.*, 1981 ; VAN HORN *et al.*, 1976 ; VERITE *et al.*, 1982 ; WOHLT *et al.*, 1978.

FIG. 5 : *Influence du taux azoté de la ration sur les quantités de matière sèche ingérée et de lait produit chez la vache laitière en début de lactation* (Synthèse de JOURNET *et al.*, 1983)

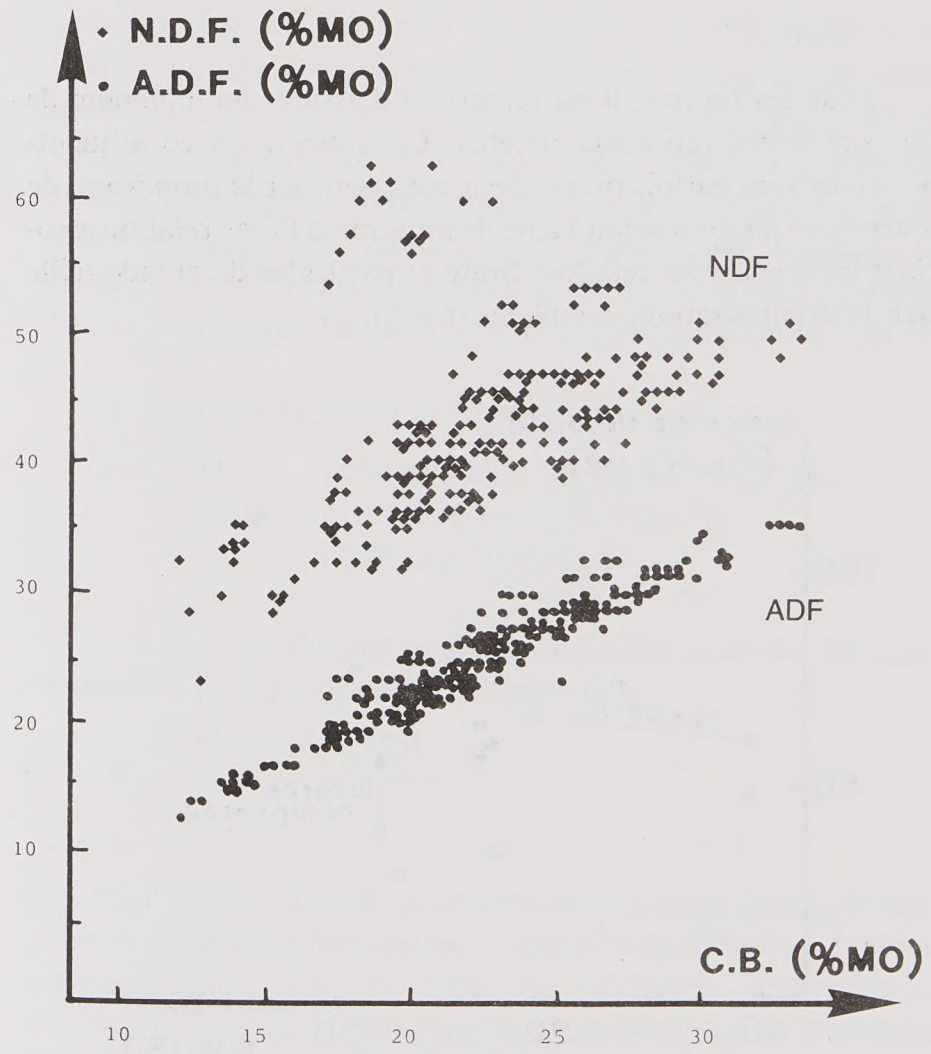


FIG. 6 : *Relations entre les teneurs en N.D.F., A.D.F. et cellulose brute de 216 rations mixtes offertes à des chèvres laitières* (GIGER, SAUVANT, DORLEANS, n.p.)

(1) NDF = fibre insoluble au détergent neutre qui correspond approximativement à la paroi végétale

ADF = fibre insoluble au détergent acide qui correspond approximativement à la lignocellulose.

Les spécifications de teneur en fibre sont parfois indiquées par les teneurs en résidus NDF et ADF de VAN SOEST (1). Ainsi, l'ARC recommande de respecter un minimum de 17 p.100 de cellulose brute ou bien 21 p.100 d'ADF dans la ration, ces deux valeurs sont équivalentes d'après nos observations (fig. 6). Par ailleurs, pour MERTENS (1980), le NDF pourrait être un bon indice d'évaluation de la « fibrosité » ; l'optimum semblant se situer vers 38 p.100 MS pour les vaches laitières. Par contre, LOFGREEN et WARNER (1970) ont estimé que les teneurs en cellulose brute ou ADF des rations constituaient un meilleur indice que le NDF pour éviter les chutes de taux butyreux. D'autre part, sur la base des rations mixtes étudiées au Laboratoire, la relation entre les teneurs en cellulose brute et ADF est étroite alors que la relation entre cellulose brute et NDF est beaucoup plus « lâche » (fig. 6).

b) Signification

Considérées à travers différents résultats expérimentaux, dont les nôtres, ces valeurs limites minimales semblent être difficiles à définir et justifier d'une façon précise bien que différentes « vertus » soient attribuées à ce minimum de teneur en fibre. Le tableau 5 indique, à titre d'exemple, les plages de variation des teneurs en constituants pariétaux mesurées dans des rations mixtes de qualité adaptée aux besoins des animaux. Il paraît utile de rappeler les « vertus » des parois et d'en apprécier les limites lorsqu'on cherche à les prédire à partir d'une teneur donnée :

. *assurer un apport suffisant d'indigestible,* c'est-à-dire de volume de bol indispensable à une bonne motricité du tube digestif. Il n'y a cependant pas une relation étroite entre, par exemple, la teneur en paroi et paroi indigestible des aliments (cf. ci-après) ;

. *assurer un apport suffisant de paroi végétale digestible* de manière à garantir un faciès correct des fermentations ruminales. Il n'y a cependant pas de relation étroite entre les teneurs en paroi et paroi digestible des aliments,

. *limiter, dans certaines situations, la valeur énergétique de la ration* pour éviter une surconsommation d'énergie. La figure 7 montre, à partir d'un ensemble assez diversifié de rations mixtes, que la digestibilité mesurée *in vivo* de ces rations était susceptible de varier largement pour une même teneur en cellulose brute (S. GIGER, D. SAUVANT, M. DORLEANS, non publié). Des observations comparables peuvent être faites pour les teneurs en résidus ADF et NDF ;

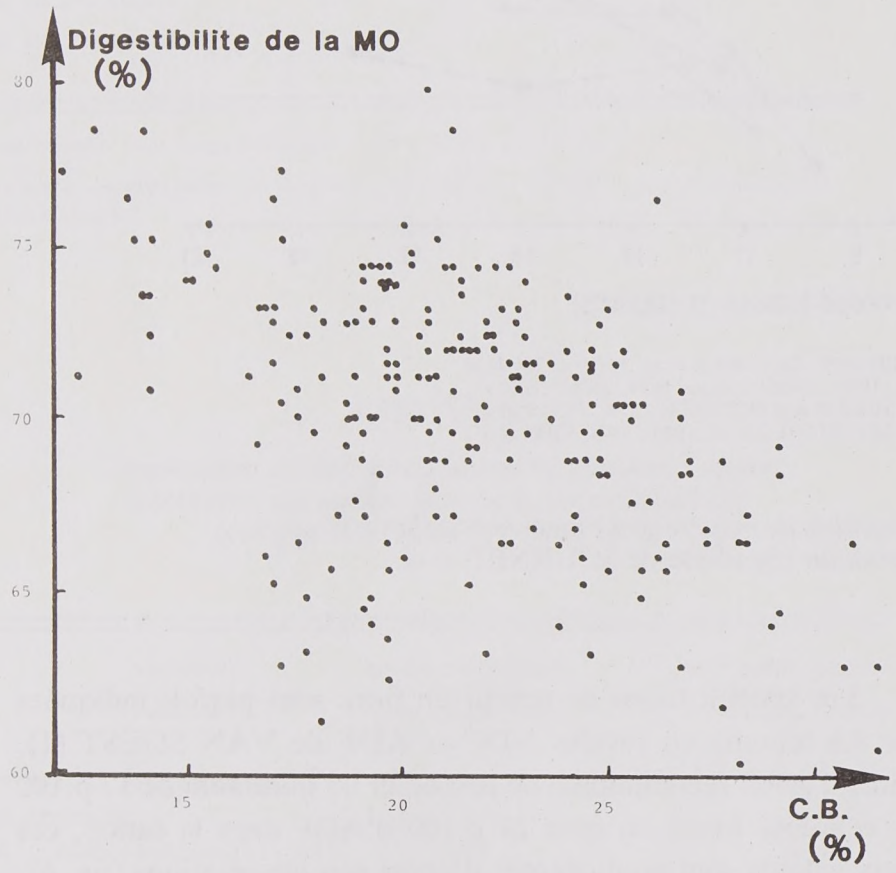


FIG. 7 : *Relation entre la teneur en cellulose brute et la digestibilité de la matière organique de 216 rations mixtes offertes à des chèvres laitières* (GIGER, SAUVANT, DORLEANS,) n.p.)

. *éviter un excès de glucides facilement fermentescibles* (cf. plus loin),

. *assurer indirectement un apport minimal de fourrages* (cf. plus loin).

Ces différentes incertitudes montrent qu'il est nécessaire de chercher à préciser le mode d'expression et la signification des spécifications de minimum de teneurs en constituants pariétaux des rations mixtes et complètes. Dans un premier temps, une partition entre les teneurs en fibre potentiellement digestible et indigestible, détermination par la méthode des sachets de nylon (SAUVANT *et al.* 1983) permettrait vraisemblablement de raisonner de façon plus précise et objective.

2. Les glucides facilement dégradables

Une proportion trop importante de glucides très facilement dégradables (sucres solubles, certains amidons) dans la panse est susceptible d'induire différents problèmes d'ordre zootechnique (interaction digestive, modifications des fermentations ruminales en faveur de l'acide propionique, chute de taux butyreux...) ou pathologique (acidose latente ou aïgue, ruminite...). Il est donc logique de chercher à éviter l'excès de ce type de composés. Ainsi, DE VISSER (1981) a montré, en faisant varier la teneur en amidon + sucre d'un aliment complémentaire apporté en quantité importante (≃2/3 de la MSI) que des problèmes apparaissaient lorsque la teneur en amidon + sucre *de la ration* excédait environ 20 p.100 de la MS.

Il serait judicieux de poursuivre les études dans cette voie car ce critère est potentiellement un prédicteur intéressant de risques non négligeables en pratique. En raison du coût élevé de ces dosages, il serait pensable d'utiliser la valeur NDS-MAT qui est, dans l'ensemble, très corrélée à la teneur en amidon + sucre des aliments. Pour les 216 rations mixtes que nous avons étudiées, la teneur moyenne en NDS-MAT a été d'environ 45 p.100 pour des rations foin de luzerne + aliment concentré riche en paroi végétale digestible et 55 p.100 pour des rations ensilage de maïs + aliment concentré riche en céréales.

C. De taille de particules

De nombreux travaux ont démontré les inconvénients associés à l'ingestion d'une ration de texture insuffisante chez le ruminant. Citons en particulier :

. l'absence d'insalivation et de rumination suffisante,

. l'engraissement excessif et la chute de taux butyreux,

. acidose et ruminite,

. abcès hépatiques,

. etc...

Pour ces raisons, il est important d'assurer un minimum de fibrosité à des rations complètes. Les teneurs en constituants pariétaux sont parfois proposées pour apprécier la proportion de fourrage. En fait, il serait facile de montrer la faible relation associant les teneurs en cellulose brute et particules de grande taille des différentes rations complètes (fig. 8).

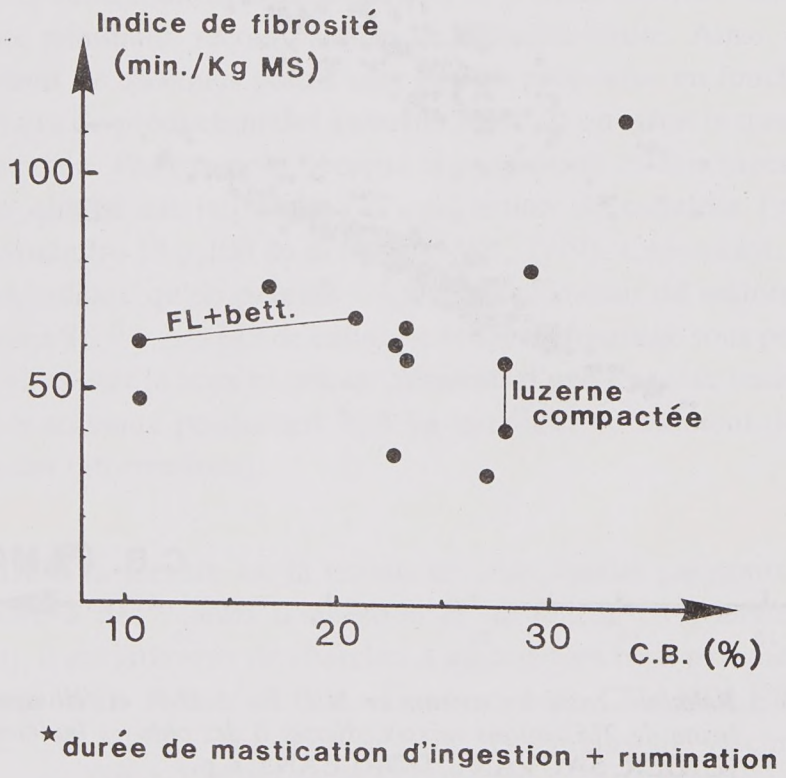


FIG. 8 : *Relation entre la teneur en cellulose brute de fourrages ou de rations et l'indice de fibrosité * chez la vache laitière* (REMOND, 1978)

Le plus simple est d'inclure un minimum de fourrages dans une ration complète. En Grande-Bretagne (ADAS-ARC), un minimum de 35 p.100 de la MS doit être apportée par le fourrage, la proportion recommandée variant en fait selon le stade de production (tabl. 1). Ce type de contrainte est systématiquement rencontré pour les rations complètes. En outre, ce problème prend deux dimensions et se complique lorsque l'on cherche à tenir compte de la proportion de concentré et de la taille des particules. Ainsi, LIEBENBERG (1979) a montré l'interaction entre ces deux paramètres : plus la ration est riche en concentré et moins il est intéressant d'accroître la finesse du broyage d'une ration complète.

Les approches les plus courantes qui intègrent les proportions minimales de fourrages ne font pas de distinction entre différents types de fourrages et même selon la teneur en fibre de l'aliment concentré. Pour progresser par rapport à cette situation, AMIR (1979) a attribué des coefficients (1pour des fourrages à part entière, 0,5 pour des pulpes de betteraves...) permettant de tenir approximativement compte des textures différentes des aliments.

Ce sont peut-être les études de comportement alimentaire qui permettront de réaliser le plus de progrès dans le domaine de l'évaluation de la fibrosité. Ainsi, BALCH (1971) a observé que la durée de mastication reflétait des propriétés de texture physique du régime. Il a proposé en conséquence un *index de fourrage* comme attribut d'un aliment en calcul de ration. Cet index est exprimé en minutes de mastication (ingestion et de rumination) par kg de MS de l'aliment. Récemment, SUDWEEKS *et al.* (1981) ont proposé, sur la base de ce principe et de résultats expérimentaux obtenus sur des bœufs de race laitière proche de l'entretien, un « indice de fibrosité » (Roughage value index) exprimé en minutes de mastication + rumination / kg MS. La figure 9 indique des valeurs de cet indice pour différents aliments courants. A partir des résultats rassemblés, ces auteurs ont cherché à expliquer les variations de cet indice de fibrosité (IF) :

$$IF = 10{,}86 + 21{,}59\ TP - 1{,}91\ MSI + 0{,}541\ NDF$$

avec : TP : taille moyenne des particules (mm)
MSI : matière sèche ingérée (kg / j)
NDF : NDF en p.100 MS.

La valeur de l'indice peut être calculée pour des niveaux d'ingestions (MSI) différentes de l'entretien :

$$IF = \frac{130 + 47{,}22\ MSI}{MSI}$$

Pour pouvoir utiliser ce concept comme unité dans la formulation des régimes alimentaires, il convient de définir les besoins correspondants. Sur la base de quelques observations, SUDWEEKS *et al.* (1981) proposent un IF minimum d'environ 31 pour ne pas faire chuter le TB en-dessous de 3,5 p.100 et d'environ 50 pour assurer un TB maximum (fig. 9).

L'utilisation des résultats obtenus sur un type d'animal pour d'autre doit cependant être effectuée avec beaucoup de précaution. En effet, les interactions entre les types d'animal et de ration semblent être non négligeables comme l'illustrent les données de DULPHY, REMOND, THERIEZ (1979, au tabl. 6).

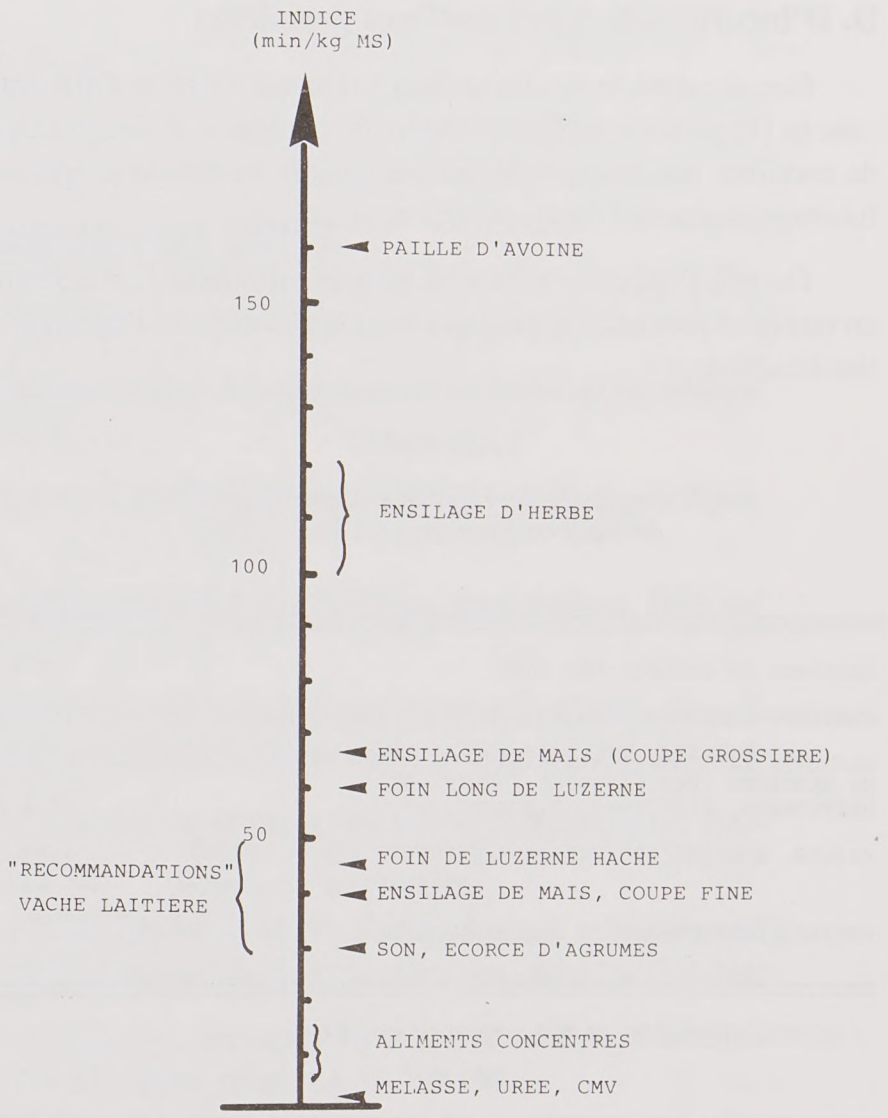


FIG. 9 : *Echelle d'indice de fibrosité de SUDWEEKS et coll. (1981)*

TABLEAU 5

Variations des caractéristiques de 216 rations mixtes ayant fait l'objet d'une mesure de digestibilité chez la chèvre
(GIGER, SAUVANT, 1985)

	MOYENNE	ECART-TYPE	MINIMUM	MAXIMUM
NIVEAU D'INGESTION (g MSI/$P^{0.75}$)	96.1	27.4	44.0	163.0
DIGESTIBILITE DE LA MO (%)	70.3	36.9	60.2	79.6
TENEUR EN CB (% MO)	22.3	4.2	12.0	33.1
TENEUR EN NDF (% MO)	43.8	7.3	24.0	63.4
TENEUR EN ADF (% MO)	25.4	4.7	13.8	35.9
TAUX AZOTE (% MO)	19.2	3.7	9.6	29.6

TABLEAU 6

Interactions entre le régime alimentaire et le type d'animal vis-à-vis de l'indice de fibrosité de SUDWEEKS et coll. (1981) (1)

	ENSILAGE DE MAIS + UREE	FOIN LONG DE GRAMINEES
BOVINS EN CROISSANCE (2)	118.5	105.4
VACHES LAITIERES (3)	59.5	73.8

(2) 366 kg de poids vif
(3) ≃ 550 kg de poids vif, 9 kg de lait produit
(1) données citées par DULPHY, REMOND, THERIEZ (1979)

D. D'incorporation des matières premières

Comme dans le cas des animaux monogastriques, différentes raisons (1) peuvent justifier l'emploi de limitation d'incorporation de certaines matières premières (en laissant de côté la proportion fourrage-concentré évoquée plus haut).

De telles spécifications sont parfois proposées. Le tableau 7 en cite quelques unes appliquées dans le contexte de l'élevage laitier israélien.

TABLEAU 7

Exemples de spécifications d'incorporation de matières premières (AMIR, 1979)

ENSILAGE DE QUALITE MEDIOCRE	20 % ⩽
ENSILAGE DE BONNE QUALITE	25-30 %
ALIMENTS INTERMEDIAIRES RICHES EN GLUCIDES TRES DIGESTES (PULPES DE BETTERAVES, D'AGRUMES, LIQUIDES...)	15 % ⩽
PAILLE, LITIERES DE VOLAILLES [HAUTRES PRODUCTRICES]	1 kg/j
[PRODUCTRICES MOYENNES]	4-5 kg/j
MINIMUM DE FOURRAGE DE LEGUMINEUSE	5-10 %

(VALEURS EXPRIMEES EN % DE LA MATIERE SECHE)

III - Conclusion

L'utilité et la justification des différentes spécifications des rations complètes varient assez largement selon le cas. Pour les composantes de la valeur nutritive, les données utilisées présentent un degré de fiabilité satisfaisant grâce aux travaux de la Recherche. Par contre, pour les autres spécifications de composition et d'incorporation, les valeurs utilisées sont moins précises par manque de données expérimentales. A ce niveau, il semblerait judicieux de chercher :

. à créer des critères plus représentatifs de ce que l'on cherche à apprécier (exemple : fibres digestibles ou non, taille des particules...),

. à établir un modèle synthétique associant les niveaux d'ingestion de matière sèche et / ou de production en fonction du maximum de paramètres explicatifs significatifs liés à l'animal ou à la ration.

La fiabilité d'un tel modèle constitue un enjeu important. Il est, en effet, inutile de chercher à cerner avec une grande précision certaines spécifications des rations complètes si les quantités effectivement ingérées de matières sèches sont très mal connues.

Références bibliographiques

AMIR S., 1979. The Israeli Dairy farming system. In « *Feeding strategy for the high yielding dairy cow* ». Ed. Broster, Swan, Granada publishing, chapitre 12.

BALCH C.C., 1971. Proposal to use time spent chewing as an index to the extent to which diets for ruminants process the physical property of fiberousness characteristic of roughaghes. *Brit. J. Nutr.*, **36,** 383.

BOUCHET J.P., GUEGUEN L., 1983. Particularités de la nutrition minérale. In « *Particularités nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production* ». *Bull. tech. CRZV-Theix, INRA,* **53,** 85-99.

BROWN C.A., CHANDLER P.T., 1976. Incorporation of predictive milk yield and dry matter intake equations into a maximum profit ration formulation program. *J. Dairy Sci.*, **61,** 1123.

CHANDLER P.T., WALTER H.W., 1972. Generation of nutrient specifications for dairy cattle for computerized least cost ration formulation. *J. Dairy Sci.*, **55,** 1741.

CLARK J.H., DAVIS C.L., 1980. Some aspects of feeding high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **63,** 873.

DULPHY J.P., REMOND B., THERIEZ M., 1979. Digestive behaviour and related activities in ruminants. In « *Digestive physiology and metabolism in ruminants* ». 5ème Int. Symp., Ed. Ruckebusch, Thivend, MTP Press, 103.

INRA, 1978. *Alimentation des ruminants,* 590 p. Ed. INRA Publications, Route de St-Cyr, 78000 Versailles.

JOURNET M., DEMARQUILLY C., 1979. Grazing. In « *Feeding strategy for the high yielding dairy cow* », 295 p., Ed. Broster, Swan, Granada publishing.

JOURNET M., CHAMPREDON C., PION R., VERITE R., 1983. Physiological basis of the protein nutrition of high producing cows, critical analysis of the allowances. *IVème Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition,* ed. INRA Publ., route de St-Cyr, 78000 Versailles, 433-447.

GIGER S., SAUVANT D., 1985. Etude de la prévision de la digestibilité des rations mixtes des chèvres laitières à partir des caractéristiques analytiques. *Ann. Zootech.* (sous presse).

KESLER E.M., SPAHR S.L., 1964. Symposium : Effect of various levels of grain feeding. Physiological effects of high level concentrate feeding. *J. Dairy Sci.*, **47,** 1122.

LOFGREEN P.A., WARNER R.G., 1970. Influence of various fiber sources and fractions on milk fat percentage. *J. Dairy Sci.*, **53,** 296.

LIEBENBERG L.H.P., 1979. Fineness and concentrate to low quality roughage ratio of complete diets for dairy cows. 1. Intake and digestibility under *ad libitum* feeding conditions. *S. Afr. J. anim. Sci.*, **9,** 215.

MERTENS D.R., 1980. Fiber content and nutrient density in dairy rations. *Dist. Feed. Conf. Proc.*, **35,** 35.

REMOND B., 1978. Tableau de synthèse. In « *L'alimentation des ruminants* », Ed. INRA Publ., route de St-Cyr, 78000 Versailles.

RICKABY C.D., 1979. Developments in complete diet feeding of dairy cows. *ADAS Q. Rev.*, **34,** 195.

SAUVANT D., GIGER S., BERTRAND D., CHAPOUTOT P., 1983. La dégradation de la matière organique des aliments concentrés et sous-produits dans le rumen. In C.A.A.A. « *Quels aliments concentrés pour les vaches fortes productrices de lait ?* », Ed. ADEPRINA, 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

SUDWEEKS E.M., ELY L.O., MERTENS D.R., SISK L.R., 1981. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets : roughage value index system. *J. Anim. Sci.*, **53,** 1406.

VERITE R., JOURNET M., avec GUEGUEN L. et HODEN A., 1978. Vaches laitières. In « *L'alimentation des ruminants* ». Ed. INRA Publications, route de St-Cyr, 78000 Versailles, chapitre 12, 345-376.

VERITE R., 1983. Particularités de la nutrition azotée. In « *Particularités nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production* ». *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **53,** 65-72.

de VISSER H., 1981. Compte rendu d'essai sur l'influence de la teneur en sucre et amidon de l'aliment concentré distribué aux vaches laitières. Institut vor Veevoedingsonderzock, Lelystad, Pays-Bas.

(1) Appétibilité, risques hygiéniques pour l'animal ou pour l'homme, vertus particulières...

Articles scientifiques parus en 1983

ARNAL M., OBLED C. ATTAIX D., 1983. Renouvellement des protéines et flux d'acides aminés au cours du développement. IVth int Symp. 5-9 sept. 83, I *(les Colloques de l'INRA,* **16**), 117-136.

ARVY M.P., LAMAND M., 1983. Teneur en sélénium de quelques espèces végétales cultivées en France. *C.R. Acad. Agric. Fr.,* 489-499.

ATTAIX D., COMBE E., ARNAL M., 1983. Protein turnover in the milk-fed lamb using the large dose method. IVth int. Symp. 5-9 sept. 83, II *(les Colloques de l'INRA,* **16**), 45-48.

BARLET J.P., DAVICCO M.J., LEFAIVRE J., 1983. The influence of parathyroid hormone and calcitonin on urinaty excretion of calcium, magnesium and inorganic phosphorus in chronically catheterized fœtal lambs in utero. *J. Physiol.,* **78,** 809-813.

CABELLO G., 1983. Endocrine reactivity (T_3, T_4, cortisol) during cold exposure in preterm and full-term lambs. *Biol. Neonate,* **44** (4), 224-233.

CABELLO G., LEVIEUX D., GIRARDEAU J.P., LEFAIVRE J., 1983. Intestinal K99$^+$ *Escherichia coli* adhesion and absorption of colostral IgG_1 in the newborn lamb : effect of fetal infusion of thyroid hormones. *Res. vet. Sci.,* **35,** 242-244.

CHILLIARD Y., ROBELIN J., 1983. Protein mobilization in early lactating cows measured by slaughter and D_2 0 dilution techniques. *4ème Symp. Int. Metabol. Nutr. Azotés* (Clermont-Ferrand), EAAP - Publ. n°31, vol. II, 195-198.

COLLEAU J.J., MALTERRE C., TOURAILLE C., 1983. Influence du type génétique et du niveau de production laitière sur la qualité des carcasses et des viandes de vaches laitières réformées. Commission on cattle production - *34 th Annual Meeting of the Study Commissions* EAAP - Madrid, 3-6 octobre 1983.

COMBE E., GOUET Ph., PION R., 1983. Rôle de la microflore sur l'utilisation digestive de l'azote et de la matière sèche chez la souris traitée aux antibiotiques. IVth int. Symp. 5-9 sept. 83, II *(les Colloques de l'INRA,* **16**), 399-402.

CULIOLI J., BOUCHET B., GALLANT D. Influence of protein denaturation on spinning of a pea protein isolate. In *Progress in Food Engineering.* Ed. Cantarelli C. and Peri C. Forster-Verlag (Switzerland), 715-719.

DANTCHEV S., GIRARD J.P. Effects of some technological parameters on the structure of Frankfurter batter. *Meat Industry,* **2,** 30-33.

DEMARQUILLY C., 1983. Conservation et utilisation des fourrages : incidences pathologiques. Académie d'Agriculture de France. Extrait du procès-verbal de la séance du 5 octobre 1983, 993-1012.

DOREAU M., MARTIN-ROSSET W., AGABRIEL J., 1983. Estimation de la production laitière de la jument. Liaison avec la croissance du poulain. Communication *34ème Réunion F.E.Z.,* Madrid, 888-889.

DRANSFIELD E., CASEY J.C., BOCCARD R., BUCHTER L., HOOD D.E., JOSEPH R.L., SCHON I., CASTEELS M., COSENTINO E., TINBERGEN B.J., 1983. Comparison of chemical composition of meat determined at eight laboratories. *Meat Sci.,* **8,** 79-92.

DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1983. Voluntary feed consumption as an attribute of feeds. In *« Feed information and Animal Production ».* 2nd Symposium of the International Network of Feed Information Centers. Sydney (Australia) August 22-26, 1982, Ed. G.E. Robards and R.G. Packham, 135-156.

DURAND D., BRAITHWAITE G.D., BARLET J.P., 1983. The effect of lα-hydroxycholecalciferol on the placental transfer of calcium and phosphate in sheep. *Br. J. Nutr.,* **49,** 475-480.

DURLACH J., RAYSSIGUIER Y., 1983. Recent advances on relationships between magnesium and carbohydrate metabolism. *Magnesium Exp. Clin. Res.,* **2,** 174-224.

FAFOURNOUX P., DEMIGNE C., REMESY C., LE CAM A., 1983. Bidirectional transport of glutamine across the cell membrane in rat liver. *Biochem. J.,* **216,** 401-408.

FAFOURNOUX P., REMESY C., DEMIGNE C., 1983. Control of alanine metabolism in rat liver by transport processes or cellular metabolism. *Biochem. J.,* **210,** 645-652.

FAUCONNEAU G., 1983. World protein supplies : the role of plant protein. *Qual. Plant. Food Hum. Nutr.,* **32,** 205-223.

FONTY G., GOUET Ph., JOUANY J.P., SENAUD J., 1983. Ecological factors determining establishment of cellulolytic bacteria and protozoa in the rumen of meroxenic lambs. *J. gen. Microbiol.,* **129,** 213-223.

FONTY G., SENAUD J., JOUANY J.P., GRAIN J., 1983. Implantation naturelle des ciliés dans le rumen d'agneaux élevés en troupeaux ou placés dans des conditions d'isolement particulier. *J. Protozool.,* **30,** (3), 68 A.

GANDEMER G., GIRARD J.P., DENOYER C., 1983. Influence de la cuission sur la fraction lipidique de la viande de porc. *29th European Congress of Meat Researcher Workers,* Parme, 503-510.

GIRARD J.P., CALDERON F., 1983. Productos carnicos picados. Emulsiones carnicas o pastas finas. *Rev. Agroquim. Technol. Aliment.,* **23** (3), 291-302.

GIRARD J.P., DANTCHEV S., 1983. Effects of cutting duration on some technological properties of the sausage meat of emulusion-type sausages. *Meat Industry,* **3,** 52-55.

GIRARD J.P., DANTCHEV S., CALDERON F., 1983. Relationship between cutting temperature and the structure of Frankfurter batter. *Meat Industry,* **1,** 6-8.

GIRARD J.P., DANTCHEV S., CALDERON F., 1983. Beziehungen zwischen Temperatur sowie Zerkleinerungsgrad beim Kuttern und der Struktur von Brühwurstbrät. *Fleischwirtschaft,* **63,** (5), 909-914.

GIRARD J.P., DENOYER C., 1983. Facteurs de variation de la composition en acides gras des tissus adipeux (bardière) et musculaires de porc (Long dorsal). *Rev. fr. Corps gras,* **2,** 73-79.

GIRARD J.P., OMOLOSHO D.A., 1983. Problèmes technologiques relatifs à la déshydratation de la viande. *29th European Congress of Meat Researcher Workers,* Parme, 260-278.

GIRARD J.P., RENERRE M., 1983. Les altérations chimiques occasionnées par le cuttérage de la viande : les moyens d'y remédier. *Sci. Aliments,* **3,** 37-52.

GRENET E., 1983. Utilization of grass silage nitrogen by growing sheep. *J. agric. Sci.,* **100,** 43-62.

GRENET E., DEMARQUILLY C., 1983. The nitrogen value of lactosylk urea for ruminants. *4e Symposium International sur le Métabolisme et la Nutrition Azotés,* 5-9 septembre 1983, Clermont-Ferrand (France).

GRIZARD J., SZCZYGIEL M., 1983. Insulin binding to liver plasma membranes from growing ruminating sheep. Maintained on different diets. *Horm. metabol. Res.,* **15,** 475-481.

GUEUX E., RAYSSIGUIER Y., 1983. The effect of magnesium deficiency on glucose stimulated insulin secretion in rats. *Horm. metabol. Res.,* **15,** 594-597.

GUILLOTEAU P., SAUVANT D., PATUREAU-MIRAND P., 1983. Methods of comparing amino acid composition of proteins : application to undigested protein in the preruminant calf. *Ann. Nutr. Metabol.,* **27,** 457-469.

JOUANY J.P., THIVEND P., 1983. Influence of protozoa on nitrogen digestion in the ruminant. *IVth Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition,* Clermont-Ferrand, 5-9 Sept. 1983.

JOURNET M., CHAMPREDON C., PION R., VERITE R., 1983. Physiological basis of the protein nutrition of high producing cows. IVth Int. Symp. 5-9 Sept. 83, I *(les Colloques de l'INRA,* **16**), 433-447.

KELLEHER C.A., IVAN M., LAMAND M., MASON J. The absorption of labelled-molybdenum compounds in sheep fitted with re-entrant cannulae in the ascending duodenum. *J. comp. Pathol.,* **93,** 83-92.

LABADIE J., 1983. Isolation of a collagenolytic Gram Negative yellow pigmented Bacterium. *Agric. biol. Chem.,* **46** (12), 2903-2907.

LAMAND M., LAB C., TRESSOL J.C., 1983. Intérêt comparé de la zincémie et de la phosphatase alcaline dans le diagnostic de la subcarence en zinc chez le mouton. *Biologie prospective* : 5ème colloque international de Pont-à-Mousson, Masson éd., p. 1141-1144.

LE NEINDRE P., 1983. Comportement maternel et vitalité du jeune chez les bovins : influence du mode d'élevage et de la race. *34th Annual Meeting of the Study Commissions* EAAP - Madrid, 3-6 octobre 1983.

LETANG G., SORNAY J., VALIN C., 1983. Influence du poids, de la conformation et de l'état d'engraissement des carcasses de gros bovins sur leur vitesse de réfrigération. *Ind. aliment. agricol.,* **100,** (9), 607-611.

MASON J., LAMAND M., HYNES M.J., 1983. 99 Mo metabolism in sheep after the intravenous injection of 99Mo thiomolybdates. *J. inorg. Biochem.,* **19,** 153-164.

MORAND-FEHR P., SELSELET-ATTOU G., BAS P., CHILLIARD Y., 1983. Facteurs liés à la traite favorisant la lipolyse induite du lait de chèvre. *3ème symp. int. sur la traite des petits ruminants,* 16-23 mai 1983, Valladolid (Espagne).

OBLED C., ARNAL M., FAUCONNEAU G., 1983. Whole-body threonine leucine, tyrosine, lysine and histidine fluxes post weaning development of the rat. IVth Int. Symp., 5-9 Sept. 83, II *(les Colloques de l'INRA,* **16**), 23-27.

OUALI A., OBLED A., COTTIN P., MERDACI N., DUCASTAING A., VALIN C., 1983. Comparative effects of *post mortem* storage and low-calcium-requiring neutral proteinase on bovine and rabbit myobrillar proteins. *J. Sci. Food Agric.,* **34,** 466-476.

PINKAS A., MARINOVA P., MONIN G., 1983. Influence of age on growth dynamics of muscle, fibres, their metabolic type and meat quality in sheep. *29th European Congress of Meat Researcher Workers,* Parme, 140-145.

PION R., GENEST C., BAYLE G., THIVEND P., 1983. Assessment of protein degradability in concentrates using and enzymatic method. IVth Int. Symp. 5-9 Sept. 83, II *(les Colloques de l'INRA,* **16),** 207-210.

PONCET C., THIVEND P., GENEST C. 1983. Relationship between *in vitro.* enzymatic solubility of feed proteins and their *in vivo* degradability. *IVth Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition,* Clermont-Ferrand, 5-9 Sept. 1983.

RAYSSIGUIER Y., 1983. Metabolic disorders associated with hypomagnesemia and hypocalcemia in grass tetany in ruminants. *Bovine Pract.,* **17,** 151-152.

RAYSSIGUIER Y., GUEUX E., 1983. The reduction of plasma triglyceride clearance by magnesium deficiency in the rat. *Magnesium Exp. Clin. Res.,* **2,** 132-138.

REMESY C., DEMIGNE C., 1983. Changes in availability of glycogenic and ketogenic substrates and liver metabolism in fed or starved rats. *Nutr. Metabol.,* **27,** 57-70.

REMESY C., FAFOURNOUX P., DEMIGNE C., 1983. Control of hepatic utilization of serine, glycine and threonine in fed and starved rats. *J. Nutr.,* **113,** 28-39.

RENERRE M., 1983. Effet de la stimulation électrique sur la couleur de la viande bovine. *Sci. Aliments,* **3,** 371-380.

RENOU J.P., ALIZON J., DOHRI M., ROBERT H., 1983. Study of the water-collagen system by NMR cross relaxation experiments. *J. biochem. biophys. Methods,* **7,** 91-99.

RICQUIER D., BARLET J.P., GAREL J.M., COMBES-GEORGE M., DUBOIS M.P., 1983. An immunological study of the uncoupling protein of brown adipose tissue mitochondria. *Biochem. J.,* **210,** 859-866.

TALMANT A., MONIN G., 1983. Evolution de la solubilité et quelques activités enzymatiques dans le muscle de porc en fonciton des conditions *post mortem* et du type génétique (sensibilité à l'halothane). *29th European Congress of Meat Researcher Workers,* Parme, 173-182.

TOULLEC R., GUILLOTEAU P., PATUREAU-MIRAND P., SISSONS J.W., 1983. Digestion and absorption of protein in the preruminant. IVth Int. Symp., 5-9 Sept. 83, I *(les Colloques de l'INRA,* **16),** 245-261.

VALIN C., TAYLOR A.A., 1983. Electrical stimulation and hot bonning : effects on meat quality attributes. Commission of the European Communities. Report EUR 8075 EN.

WRUTNIAK C., CABELLO G., 1983. Changes in the concentration of thyroxine in the plasma of rat fetuses during Rate gestation : influence of ligation of the maternal uterine vein and artery. *J. Endocrinol.,* **99,** 233-238.

Articles techniques parus en 1983

AGABRIEL J., BARDIN G., BAYLE G., DENIZON A., 1983. Utilisation du micro-ordinateur R2E micral (1ère partie). *Cah. Tech. INRA,* **3,** 45-64.

BAUCHART D., CHILLIARD Y., 1983. Analyse quantitative et qualitative des acides gras libres au cours de la lipolyse du lait de vache, par adsorption sur résine échangeuse d'ions et par chromatographie en phase gazeuse. Brochure ITEB-INRA, nº 84031.

BAUCHART D., DUBOISSET F., 1983. Utilisation des colonnes capillaires de verre pour l'analyse des acides gras du lait. *Cah. Tech. INRA,* **1,** 37-46.

BONNET M., KOPP J., 1983. Dénaturation thermique des collagènes musculaires en fonction de leur état d'hydratation : analyse enthalpique différentielle. *Viandes Prod. carn.,* nº spécial, 57-58.

BUCHARLES C., GIRARD J.P., 1983. Acidification d'un produit carné : le saucission sec. 1ère partie : pH, odeur et goût acides d'un produit carné fermenté. *Viandes Prod. carn.,* **4** (5), 191-195.

BUCHARLES C., GIRARD J.P., 1983. Acidification d'un produit carné : le saucission sec. 2e partie : Les composés formés responsables de la flaveur acide. *Viandes Prod. carn.,* **4** (6), 226-229.

BUCHARLES C. GIRARD J.P., 1983. Acidification d'un produit carné : le saucission sec. 3e partie : Les mécanismes conduisant aux composés à flaveur acide. *Viande Prod. carn.,* **4** (6), 239-242.

BRIAND Y., ABULWAHAB E., BRIAND M., DADET M.H., MONIN G., TALMANT A., 1983. Relation entre les types métaboliques des muscles de bovins d'origines différentes. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 24.

CALDERON F., GIRARD J.P., 1983. Pouvoirs moussant et émulsifiant des protéines de la viande dans la technologie des pâtes fines. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 103-104.

CARTIER Ph., CHILLIARD Y., CHAZAL M.P., 1983. Dosage de l'activité lipasique et des acides gras libres du lait par titration automatique colorimétrique. Brochure ITEB-INRA, nº 84031.

CHAZAL M.P., CHILLIARD Y., BAUCHART D., 1983. Quelques facteurs de variation des résultats obtenus avec la méthode LIPO-RL. Comparaison avec la méthode BDI. Brochure ITEB-INRA, nº84031.

CHILLIARD Y., BAUCHART D., CARTIER P., 1983. Comparaison de 5 méthodes titrimétriques avec une méthode chromatographique de dosage des acides gras libres du lait de vache. Brochute ITEB-INRA, nº 84031.

DEMARQUILLY C., 1983. Principe de l'Ensilage. *Cultivar,* **159,** dossier « Pâturage et ensilage », 14-19.

DENOYER C., GIRARD J.P., GANDEMERE G., 1983. Transfert de lipides lors de la cuisson de la viande à l'état rôti. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., **53.**

DESMOULIN B., GIRARD J.P., BONNEAU M., FROUIN A., 1983.Processus technologiques. Conséquences sur l'acceptabilité des viandes de porcs selon les types sexuels. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., **93.**

DESMOULIN B., GIRARD J.P., BONNEAU M., FROUIN A., 1983. Aptitudes à l'emploi des viandes porcines suivant le type sexuel, le système d'alimentation et le poids d'abattage. *Journ. Rech. porc. Fr.,* **15,** 177-192.

DULPHY J.P., 1983. Différentes techniques d'ensilage. *Cultivar,* **159,** dossier « Pâturage et ensilage », 15-17.

FATTAK F., BONNET M., OUALI A., KOPP J., 1983. Influence du mode de conservation des protéines myofibrillaires sur leur stabilité thermique. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 51.

GIRARD J.P., DESMOULIN B., 1983. Etude comparative des acides gras constitutifs des tissus adipeux et musculaires de porc. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 83.

GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., LABADIE J.C., RENERRE M., TOURAILLE C., 1983. Utilisation d'aliments grossiers pour la production de porcs lourds. Interactions entre type génétique, sexe et mode de conduite. II. Qualité de la viande et aptitude à la transformation. *Journ. Rech. porc. Fr.,* **15,** 193-200.

HOUIX Y., SELLIER P., MONIN G., 1983. Effets de la sensibilité à l'halothane sur les caractères de croissance et de composition corporelle chez le porc. *Journ. Rech. porc. Fr.,* **15,** 245-254.

KOPP J., 1983. La petite régression linéaire illustrée. *Cah. Tech. INRA,* **1,** 57-76.

KOPP J., BONNET M., 1983. Modification des protéines musculaires de structure sous l'effet du chauffage. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 42-46.

LABADIE J., 1983. Essais de mise au point de techniques de dénombrements rapides des *Pseudomonas* isolés des viandes. *Viandes prod. carn.,* nº spéc., 85-86.

LABORDE D., MONIN G., 1983. Relations entre types contractile et métabolique et pouvoir de rétention d'eau du muscle de porc. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 31-32.

LABORDE D., TALMANT A., MONIN G., 1983. Etude de quelques activités métaboliques et contractiles dans 30 muscles de porc. *Viandes prod. carn.,* nº spéc., 27-28.

LAMAND M., 1983. Conception et réalisation de tableaux ou figures pour diapositives ou rétropropjection. *Cah. Tech. INRA,* **2,** 85-93.

LE NEINDRE P., 1983. Importance des relations entre la vache et son veau dans les troupeaux laitiers. *Prod. lait. mod.,* **118,** 83-85.

LEPETIT J., SALE P., 1983. Etude du comportement rhéologique du tissu musculaire. *Viandes Prod. carn.,*nº spéc., 81-82.

LIENARD G., 1983. Coût de la récolte en ensilage d'herbe. « *Cultivar* » **159,** 21-23.

LIENARD G., JUIN H., GAUTHIER B., 1983. L'Agriculture en Margeride de Haute-Loire - Evolution récente, situation 1980, perspectives. In « *La Margeride : la montagne, les hommes* », Publ. INRA, 561-623.

MICOL D., 1983. Cloisonnement des prairies et rotation du pâturage pour les bovins en croissance et à l'engrais. Forum des fourrages bovins-viandes. Recueil des communications - Châteauroux, 6-7 septembre 1983, 93-95.

MICOL D., 1983. Différentes techniques de pâturage : dossier « Pâturage et ensilage ». *Cultivar,* **159,** 10-11.

MICOL D., 1983. Le chargement : dossier « Pâturage et ensilage ». *Cultivar,* **159,** 9.

MICOL D., TOURAILLE C., 1983. Influence de la castration sur la qualité des carcasses et des viandes de bovins abattus à deux ans. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 73-74.

MONIN G., 1983. Influence des conditions de production et d'abattage sur les qualités technologiques et organoleptiques des viandes de porc. *Journ. Rech. porc. Fr.,* **15,** 151-176.

MONON G., TOURAILLE C., 1983. Types métaboliques et contractiles musculaires : relations avec les qualités technologiques des viandes. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 17-22.

MONTEL M.C., 1983. Caractéristiques biochimiques des lactobacilles carnés isolés de viandes sous vide. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 107.

OBLED A., OUALI A., VALIN C., 1983. Fractionnement et identification des thiols protéases lyosomales musculaires. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 98-99.

OMOLOSHO D., GIRARD J.P., 1983. Les procédés de conservation de la viande : la déshydratation. 1ère partie : Introduction et rappel des différents modes de conservation. *Viandes Prod. carn.,* **4** (2), 25-27.

OMOLOSHO D., GIRARD J.P., 1983. Les procédés de conservation de la viande : la déshydratation. 2e partie : Activité de l'eau ; réactions enzymatiques et oxydation des lipides en milieu peu hydraté. *Viandes Prod. carn.,* **4** (2), 75-80.

OMOLOSHO D., GIRARD J.P., 1983. Les procédés de conservation de la viande : la déshydratation. 3e partie : Activité de l'eau et développement des micro-organismes. *Viandes Prod. carn.,* **4** (3), 127-131.

OUALI A., 1983. Séparation des protéines par électrophorèse en gel de polyacrylamide. *Cah. Tech. INRA,* **1,** 57-76.

OUALI A., 1983. Electrophorèse en gradient d'acrylamide, avantages et mode de préparation du gradient. *Cah. Tech. INRA,* **2,** 45-64.

OUALI A., LEPETIT J., 1983. Indice de la structure myofibrillaire de muscles de bovin. *Viandes Prod. carn.,* nº spéc., 98.

OUALI A., OBLED A., TALMANT A., MONIN G., VALIN C., 1983. Influence du type contractile et métabolique sur la vitesse et l'intensité de la maturation de la viande bovine. *Viandes Prod. carn.,* º spéc., 25-26.

PETIT M., LIENARD G., 1983. Quel ensilage pour la vache allaitante. *Cultivar,* **157,** 139-142.

RAYSSIGUIER Y., 1983. La tétanie d'herbage. *Cultivar,* **160,** 91-93.

RENERRE M., LABAS R., 1983. Relations entre la stabilité de la couleur de la viande et la consommation d'oxygène. *Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 109-110.

RENERRE M., LEGRAS M., 1983. Méthodes d'appréciation de la couleur de la viande de veau. *Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 86-87.

RENOU J.P., ROBERT H., KOPP J., 1983. Application de la RMN à la caractérisation des protéines musculaires - cas du collègne. *Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 81.

ROCHDI A., BONNET M., KOPP J., 1983. Influence de l'état de contraction du muscle sur la dénaturation thermique des protéines. *Viandes Prod. car.,* n° spéc., 58-59.

SALE P., 1983. Conséquences d'un chauffage sur la texture des viandes. *Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 47-50.

SALE P., 1983. Chauffage du tissu musculaire par conduction électrique. *Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 55-56.

TALMANT A., MONIN G., 1983. Evolution de quelques activités enzymatiques dans le muscle de porc en fonction des conditions *post mortem. Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 110-111.

TOURAILLE C., MONIN G., LEGAULT C., 1983. Qualités organoleptiques des viandes de porcs croisés Piétrain / Chinois. *Journ. Rech. porc. Fr.,* **15,** 215-218.

ZABARI M., OUALI A., VALIN C., 1983. Activité ATPasique myofibrillaire et polymorphisme de la myosine : Cas du muscle d'agneau. *Viandes Prod. carn.,* n° spéc., 25.

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique

Directeurs de la Publications : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 4ème trimestre 1984
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP